

SCIENCE DIMENSION

4/6

CFTRI LIBRARY
MYSORE-2A
10 FEB 1975



SCIENCE DIMENSION

Vol. 6 No. 6, 1974

Contents / Sommaire

4	CISTI opens its doors	
	L'ICIST ouvre ses portes	5
8	Good vibrations from colored compounds	
	"Bonnes vibrations" de composés colorés	9
12	Earthly secrets from deepsea drilling	
	Le forage des fonds abyssaux	13
16	Facing the problem of autoxidation	
	Pour supprimer l'auto-oxydation	17
20	Scanning ore deposits with neutrons	
	L'évaluation neutronique des gisements	21
24	Superthirsty fibres	
	Les fibres assoiffées	25
28	Index, January - December, 1974	
	Articles de janvier à décembre 1974	28

Science Dimension is published six times a year by the Public Information Branch of the National Research Council of Canada. Material herein is the property of the copyright holders. Where this is the National Research Council of Canada, permission is hereby given to reproduce such material providing an NRC credit is indicated. Where another copyright holder is shown, permission for reproduction should be obtained directly from that source. Enquiries should be addressed to: The Editor, Science Dimension, NRC, Ottawa, Ontario. K1A 0R6, Canada. Tel. (613) 993-3041.

La revue Science Dimension est publiée six fois l'an par la Direction de l'information publique du Conseil national de recherches du Canada. Les textes et les illustrations sont sujets aux droits d'auteur. La reproduction des textes, ainsi que des illustrations qui sont la propriété du Conseil, est permise aussi longtemps que mention est faite de leur origine. Lorsqu'un autre détenteur des droits d'auteur est en cause la permission de reproduire les illustrations doit être obtenue des organismes ou personnes concernés. Pour tous renseignements, s'adresser à la Rédactrice-en-chef. Science Dimension, CNRC, Ottawa, Ontario. K1A 0R6, Canada. Téléphone: (613) 993-3041.

Photo credits: pages 4-5, 6-7, Shore & Moffat Architects, V.K. Mason Construction Ltd.; page 9, Miss C.W. Clyde, NRC; pages 12, 13, sketch Dr. Leonid Dmitriev, Academy of Sciences, U.S.S.R.; pages 14, 15, Dalhousie University, Halifax, N.S.; pages 24, 25, 26, 27, Pulp and Paper Research Institute of Canada.

Photographies: pages 4, 5, 6, 7, de Shore and Moffat Architects, V.K. Mason Construction Ltd; page 9, de Mlle C.W. Clyde du CNRC; pages 12, 13, croquis du Dr Léonid Dmitriev de l'Académie des sciences de l'URSS; pages 14, 15, de l'Université Dalhousie à Halifax, en Nouvelle-Écosse; pages 24, 25, 26, 27, de l'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers.

Managing Editor Loris Racine Directeur

Editor Joan Powers Rickerd Rédactrice-en-chef

French Texts Georges Desternes, Claude Devismes Textes français

Graphics-Production Robert Rickerd Arts graphiques-Production

Staff photographer Bruce Kane Photographe attaché à la Direction

Printed by Mortimer Imprimeur



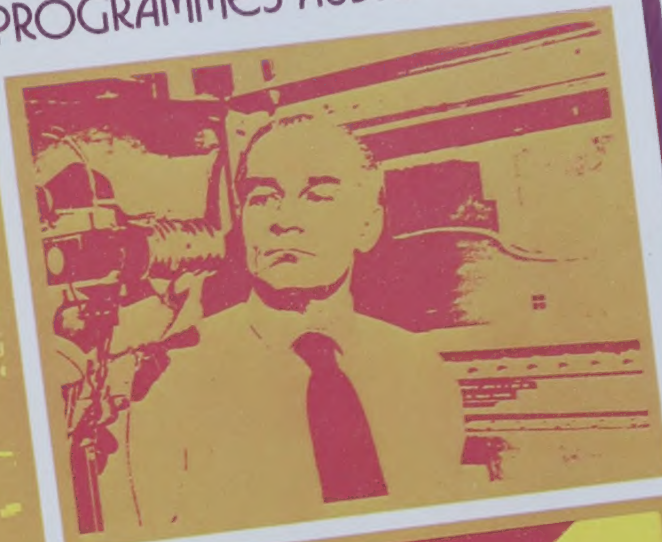
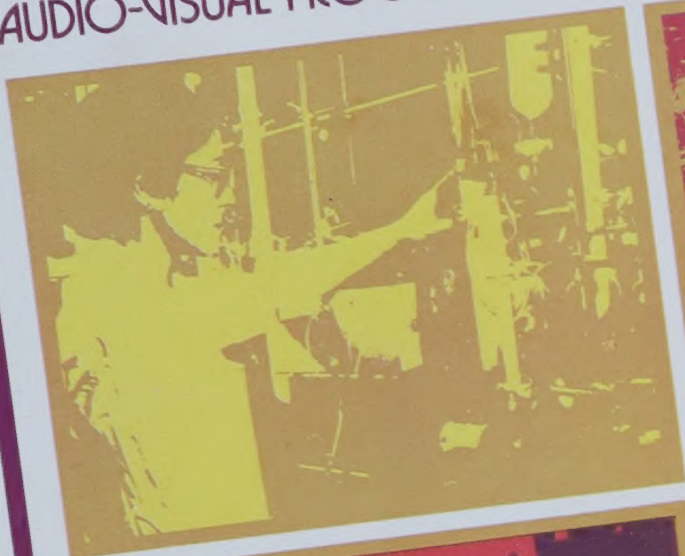
National Research
Council Canada

Conseil national
de recherches Canada

CFTRI LIBRARY
MYSORE-2A
10 FEB 1975

AUDIO-VISUAL PROGRAMS

PROGRAMMES AUDIO-VISUELS



This catalogue listing over 60 NRC general interest and scientific films and videotapes for loan is now available. Copies may be obtained from the A/V Officer, Public Information Branch.

On peut se procurer maintenant ce catalogue de 60 films du CNRC, optiques ou magnétiques ("videotapes") et traitant de sujets généraux ou scientifiques. Ces films peuvent être empruntés. S'adresser à l'Agent A/V de la Direction de l'information publique.

Continuing innovation in information systems— CISTI opens its doors

A new \$14.8 million building has become the home of the Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI). Officially opened on 16 October by the Honorable C.M. Drury, the Minister designated for the National Research Council of Canada, the structure is located at NRC's Montreal Road site.


The new Institute is being founded on the combined resources of two major NRC information services — the National Science Library and the Technical Information Service. The Institute will continue to provide these services, which serve different clients in different ways, but they will be linked more closely within CISTI.

In 1969, the Federal Cabinet directed NRC to develop a Canadian network of scientific and technical information services in collaboration with existing information organizations in Canada. Initially, NRC formed a national Advisory Board for Scientific and Technical Information responsible for the formulation of general policies. The Board was provided with a full-time Executive Secretariat and shortly after a full-time Network Planning and Implementation staff began the direct work of network development. Simultaneously, a program was undertaken by the National Science Library, the Technical Information Service and NRC's Computation Centre to develop new computer-based information services. The Council also received final government approval for construction of the new building, which was completed in February, 1974.

In CISTI, the NRC has concentrated its principal information transfer systems into a single point of focus for the use of the evolving Canadian network of scientific and technical information (STI) services. The Institute provides national STI services which cannot be supplied by other organizations and which should be operated on a centralized basis because of cost-effectiveness or other considerations; it links the Canadian network of STI services and other foreign and international STI networks; it provides expertise and know-how as may be needed from time to time for the development of the Canadian network of STI services; and it undertakes and assesses research and development in order to maintain an innovative approach to information dissemination and, when possible, provides national leadership in the development of new STI systems and services.

The complex of services and activities formerly known as the National Science Library serves simultaneously as the library system of the Institute and the NRC Laboratories, reinforces and supplements the libraries of other institutions and continues as the focus of the Canadian interlibrary loan network in science and technology. In brief, it is a CISTI information service which provides alerting, searching and delivery systems for published information primarily for scientists, engineers and related professions.

The Technical Information Service of CISTI has a more specialized role. This information service, primarily for small and medium-size industry is based on the employment of scientific, engineering and technical specialists who undertake prior assessment and evaluation of information, and from this activity it provides alerting, searching and delivery systems of pre-evaluated published information. It also provides customized solutions of technical problems to industries. Thus information is available from the Institute as published material and from the personal knowledge and experience of scientists and engineers who also are well informed on the content and quality of the published material in their respective fields.



The first floor of the new building revolves around a central information desk. There are several spacious, comfortably-furnished public work areas, one of which can be used after working hours.

Centre de documentation à la pointe du progrès

L'ICIST ouvre ses portes



Le 1^{er} étage est occupé par le bureau de la réceptionniste. On y trouve plusieurs salles de travail publiques.

L'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST) s'est installé dans un nouvel édifice de 14.8 millions de dollars qui a été officiellement inauguré le 16 octobre par l'Honorable C.M. Drury, ministre désigné pour le Conseil national de recherches du Canada (CNRC). Cet édifice est situé chemin de Montréal sur des terrains déjà occupés par d'autres laboratoires et installations du CNRC.

Le nouvel institut a été constitué en prenant pour base les ressources combinées de deux importants services d'information du CNRC: la Bibliothèque scientifique nationale (BSN) et le Service d'information technique (SIT). Ces services, servant différents clients de différentes manières, continueront à fonctionner dans le cadre de l'institut mais ils seront plus étroitement associés.

En 1969, le gouvernement fédéral a chargé le CNRC de créer un réseau canadien d'information scientifique et technique (IST) en collaboration avec les organismes existants d'information. La première décision du CNRC a été de constituer une Commission consultative sur l'information scientifique et technologique pour définir les politiques générales à suivre. La commission a été dotée d'un Secrétariat général puis, peu après, du personnel nécessaire à la constitution d'un service chargé de la planification et de la mise en oeuvre du réseau. Ce personnel à plein temps s'est immédiatement attaqué à la mise sur pied du réseau. Un programme a été simultanément lancé par la Bibliothèque scientifique nationale, le Service d'information technique et le Centre de calcul de CNRC pour constituer des services d'information fonctionnant à l'aide d'ordinateurs. Le Conseil a également reçu l'accord définitif du gouvernement pour la construction du nouveau bâtiment qui a été achevé en février 1974.

L'Institut centralise les principales informations pour le réseau canadien des services d'IST; il assure des services nationaux ne pouvant être offerts par d'autres organismes et qui doivent être centralisés en raison, notamment, de considérations de rentabilité; il relie le réseau canadien aux réseaux étrangers; il agit en ingénieur-conseil, périodiquement, pour développer le réseau canadien des services d'IST. Il fait également de la recherche, évalue cette recherche et les développements qui en résultent afin de conserver une approche novatrice pour diffuser l'information. Il joue aussi, dans la mesure du possible, un rôle directeur dans le développement de nouveaux systèmes et services d'IST.

L'ICIST est un service d'information dont la mission est de tenir les intéressés informés de la documentation existante et de faire des recherches dans cette documentation, surtout pour les scientifiques et les ingénieurs. Le Service d'information technique de l'ICIST a un rôle plus spécialisé. C'est également un service d'information, visant surtout les petites et moyennes entreprises et constitué de spécialistes, dans les domaines scientifiques et techniques, dont la tâche est d'évaluer l'information avant de la diffuser. Il fournit enfin des solutions particulières aux problèmes techniques des industriels. Cette information se trouve à l'institut sous forme de documentation et émane également des connaissances, et de l'expérience personnelles des scientifiques et des ingénieurs qui sont parfaitement informés du contenu et de la qualité de la documentation dans leurs domaines respectifs.

L'Institut utilise plusieurs systèmes informatiques:

CAN/SDI (Canadian Selective Dissemination of Information / Diffusion sélective de l'information) qui est un service

The Institute employs a range of computerized information systems:

CAN/SDI (Canadian Selective Dissemination of Information), is a current awareness service which alerts subscribers on a regular basis to the existence of recent papers in their particular fields of interest wherever they are published in the world's scientific and technical literature. This service, begun in 1969, now has over 1,900 subscribers which represent a total of some 6,000 users.

CAN/OLE (Canadian On-Line Enquiry), a complementary system to CAN/SDI, is based on a network of 15 centres located in universities, industry, and government departments across Canada, each using one or more terminals. The system became operational on a trial basis in February, 1974 and provides, in seconds, specific references to published information in the fields of the natural sciences, engineering and technology. A similar system for the medical profession (MEDLINE) is provided through 10 centres across Canada in cooperation with the U.S. National Library of Medicine.

CAN/TAP (Canadian Technical Awareness Program), is a service similar to CAN/SDI, which provides specially analyzed and selected articles called Technical Briefs to alert industry to new technological developments. More than 80,000 copies of these briefs are provided to industry annually by this TIS program.

CAN/SRP (Canadian Subject Retrieval Program), provides technical briefs classified according to industrial sector subject and a complete retrospective listing of selected technical information. This TIS service is complementary to CAN/TAP.

The Institute will continue to operate the Health Sciences Resource Centre and MEDLINE services; the Information Exchange Centre (IEC), which is an inventory of approximately 10,000 university research projects funded by the federal government; the inventory of Pollution Relevant Research (IPRR); and the Canadian Index of Scientific Translations.

Director of CISTI, Dr. J.E. Brown (formerly the National Science Librarian), emphasizes that the wide variety of information services offered by the Institute could not have been developed without strong ties with working scientists and engineers at NRC and elsewhere. Many of these services are unique as national Canadian services and have been copied in other countries — Australia, the United Kingdom, South Africa, India and Argentina.

The Technical Information Service, headed by Gérard Kirouac, is one of the most widely emulated of the Institute's services. It operates a network of 16 field offices throughout the country in order to maintain direct and personal contact with industry. These offices are staffed by experienced industrial engineers and scientists from both NRC and provincial research councils and foundations with which TIS has made agreements.

Dr. Brown describes the new building as being unique in concept and design. It contains 360,000 square feet of gross space, spread throughout eight floors and incorporates the latest mechanized techniques for material transportation between all floors both vertically and horizontally. The ground floor contains many of the technical support services for the Institute. The first floor is the public area located around a central information desk. The technical Information Service is located on the second floor. Above this floor is a smaller five-storey tower. Mechanical equipment for the building is on the roof of this section. The third floor is occupied by offices



View of main floor and public work area; second floor level: conference room (right), administration offices (left). Artwork: Hanging Waves by Nobuo Kubota, Toronto.

Vue de l'une des salles de travail publiques au 1er étage et d'une partie du second étage avec la salle de conférences (à droite), les bureaux administratifs (à gauche). Les motifs que l'on peut voir en haut du mur de droite représentent des vagues et sont de Nobuo Kubota, de Toronto.

and an environment controlled, fire protected computer area. The fourth, fifth, sixth and seventh storeys contain the book and document stacks. An important design feature of the building is the provision for control of humidity. The ideal humidity level for books is a constant 50%, much higher than normally encountered indoors in winter. This high humidity required a special insulating technique, consequently a wall design was developed by NRC's Division of Building Research. Called "Rainscreen", it consists of a layer of plastic sheeting between the insulation material and the interior wall of the structure. As moisture penetrates through the inner wall, it condenses on the plastic sheet and drains to a collection and drainage area beneath. The insulation therefore remains dry and its efficiency is not affected.

The building is a light sand color with grey concrete pillars rising from the corners of its base. It is also the first building constructed by the federal government which conforms to new Building Code standards regarding resistance to earthquake damage.

"We intend with the creation of this Institute to focus attention on the need for continued innovation in information systems," says Dr. J.D. Keys, NRC's Assistant Vice-President (Laboratories) responsible for Scientific and Technical Information Services. "The Institute will be the nucleus for future developments in the processing and delivery of scientific and technical information for Canada." □



de la "Pollution Relevant Research" (IPRR) (Recherches sur la pollution) et le Répertoire canadien des traductions scientifiques.

Le Directeur de l'ICIST, le Dr J.E. Brown, anciennement Directeur de la Bibliothèque scientifique nationale, insiste sur le fait que la grande variété d'informations offertes par l'institut ne pourrait exister sans la collaboration étroite des scientifiques et des ingénieurs du CNRC et d'ailleurs. Parmi ces services, nombreux sont ceux qui sont uniques au Canada et ils ont été copiés par d'autres pays comme l'Australie, le Royaume-Uni, l'Afrique du Sud, l'Inde et l'Argentine.

Le Service d'information technique (SIT), dirigé par M. Gérard Kirouac, est de tous les services de l'institut celui qui suscite la plus grande émulation. Il dispose d'un réseau de 16 bureaux régionaux à travers le Canada pour maintenir un contact direct et personnel avec les industriels. Ces bureaux sont dotés d'un personnel technique expérimenté constitué d'ingénieurs et de scientifiques spécialisés dans les problèmes industriels et détachés du CNRC et de conseils de recherches provinciaux ou d'instituts avec lesquels le SIT a signé des accords.

Le Dr Brown qualifie le nouvel édifice d'unique sur le plan conceptuel et architectural. Il offre 360 000 pieds carrés d'espace utilisable répartis sur huit étages et l'on y trouve les derniers perfectionnements pour le transfert tridimensionnel des documents. C'est au rez-de-chaussée que se trouve la majeure partie des services d'appui technique de l'institut. Le premier étage, au centre duquel se trouve le bureau de renseignements, est réservé au public. Le Service d'information technique est situé au deuxième étage. Une tour de cinq étages, plus petite, sur le toit de laquelle sont installés les équipements de servitude de l'édifice, est située au-dessus de ce niveau. Le troisième étage est occupé par des bureaux et un centre informatique protégé contre le feu et à atmosphère contrôlée. Les quatrième, cinquième, sixième, et septième étages sont réservés aux rayonnages. Parmi les dernières innovations techniques dont a bénéficié le nouvel édifice, une des plus intéressantes est peut-être le système de régulation hygrométrique. L'humidité idéale pour les livres doit être en permanence de 50%, c'est-à-dire beaucoup plus que la normale. Pour protéger le bâtiment contre cette humidité, on a fait appel à une technique spéciale d'hydrofugeage et de construction des murs mise au point par la Division des recherches en bâtiment du CNRC. Appelée "Rainscreen", cette technique consiste à insérer une feuille de plastique entre l'isolant et la paroi intérieure. Après avoir traversé cette paroi, la vapeur d'eau se condense sur la feuille en plastique et l'eau s'écoule dans un drain placé à la base du mur. Ainsi l'isolant reste sec et peut remplir sa fonction.

De couleur sable clair, l'édifice s'appuie sur des piliers en béton placés aux coins de ses fondations et c'est le premier bâtiment construit pour le gouvernement fédéral qui réponde aux nouvelles normes anti-sismiques du Code national du bâtiment.

Le Dr J.D. Keys, Vice-président adjoint (Laboratoires) du CNRC et responsable des services d'IST, nous a dit: "Notre intention, en créant cet institut, a été de focaliser l'attention sur la nécessité d'innover continuellement en matière de systèmes d'information. Cet institut sera le centre d'où émaneront les développements futurs dans les domaines du traitement et de la diffusion de l'IST au Canada". □

d'actualités scientifiques et techniques, informant régulièrement les abonnés, des dernières publications intéressantes dans leur domaine. Ce service, introduit en 1969, sert maintenant plus de 1900 abonnés représentant un total de 6 000 utilisateurs.

CAN / OLE (Canadian On-Line Enquiry / Liaisons informatiques directes) est un complément de CAN / SDI; il s'appuie sur un réseau de 15 centres situés dans des universités, l'industrie et des ministères à travers le Canada disposant chacun d'au moins un terminal. Ce système a commencé à fonctionner en février, à titre d'essai, et communique en quelques secondes des informations sur les publications dans le domaine des sciences naturelles, du génie et de la technologie. Un système semblable pour la médecine (MEDLINE) relie 10 centres canadiens en coopération avec la "US National Library of Medicine".

CAN / TAP (Canadian Technical Awareness Program / Programme d'actualités techniques et industrielles) est un service semblable à CAN / SDI; il produit des articles spécialement analysés et sélectionnés appelés "Précis techniques" pour informer les industriels des nouveaux développements technologiques. Plus de 80 000 articles leur sont adressés annuellement par le SIT.

CAN / SRP (Canadian Subject Retrieval Program / Programme de documents classés par domaines d'intérêts industriels) qui produit des précis techniques classés par secteur industriel ainsi qu'une liste rétrospective d'informations techniques sélectionnées. Ce service du SIT complète CAN / TAP.

L'Institut continuera de gérer le "Health Sciences Resource Centre" (Centre bibliographique des sciences de la santé) et les services MEDLINE, l'"Information Exchange Centre" (IEC) (Centre d'échange d'informations), disposant d'un inventaire d'environ 10 000 projets de recherches universitaires financés par le gouvernement fédéral, l'inventaire

Resonance-Raman spectroscopy— "Good vibrations" from colored compounds

In recent years, many scientific advances have enabled researchers to unravel some of the biochemical mysteries in living systems. An entirely new field of molecular structure analysis called resonance-Raman spectroscopy, recently developed at the National Research Council of Canada's Division of Chemistry, may provide other tools to probe further.

For his work in laser Raman spectroscopy and high resolution nuclear magnetic resonance, Dr. Harold J. Bernstein of the Spectroscopy Section was named the 1974 recipient of the Chemical Institute of Canada Medal. This award is presented annually as a mark of distinction to a scientist who has made an outstanding contribution to chemistry or chemical engineering in Canada.

Dr. Bernstein describes his new technique as an important bridge between atomic and electronic spectroscopy and a significant elaboration of conventional Raman spectroscopy.

The technique of conventional Raman spectroscopy as a means of studying energy states in molecules was first advanced by Sir Chandrasekhara V. Raman in 1928.

At normal temperatures, molecules are most often found in their lowest or ground state with a certain level of energy. Above this state are numerous levels of higher energy into which the molecule may be excited.

The most widely separated of these are called the molecule's electronic states, requiring large amounts of energy in the form of visible and ultraviolet radiation before a jump or transition from the ground state can occur. Still finer levels reside within each of these states. Of these, vibrational levels (which reflect, for example, the stretching or bending energy of molecular bonds) are more widely separated than rotational levels. The position of each level is designated by an integral quantum number which determines the laws molecules must obey in changing between any two energy levels.

To undergo transitions, molecules must absorb or emit only certain fixed amounts of energy, called quanta, corresponding exactly to the energy difference between particular levels. Therefore, successively larger amounts of energy are required for transitions between rotational, vibrational and electronic levels.

Spectra arising from transitions between electronic states show a characteristic principal absorption band for every compound studied.

In a simplified analogy, a molecule's electronic states may be compared to a series of high-rise buildings positioned at different elevations on the side of a hill. In a transition between any two, a person requires some source of energy, such as a train, to ascend the slope.

Several numbered floors within each building correspond to the vibrational levels designated by quantum numbers. Here the distances between levels are smaller and an elevator can provide the energy for transitions between floors. As with molecular transitions, only certain level changes are allowed. In other words, the elevator cannot leave its passengers in-between floors.

In practice, the stepping-up or stepping-down between vibrational energy levels resulting from a molecule's gaining or emitting energy is the basis of Raman spectroscopy.

In the conventional Raman experiment, a colorless substance is irradiated with monochromatic light (such as a laser beam) and the spectrum is observed at right angles to the incident beam. The frequency of the exciting beam is far removed from the principal absorption band of the substance

under study. A laser is used because it provides a uniform intensity of light along the entire length of its beam and is not restricted by the geometrical requirements of other light sources such as mercury arcs.

After contacting the sample, one part of this radiation emerges unchanged in frequency (ν_0) from the incident laser light and is observed as a Rayleigh line. However, another part is scattered by the material at different frequencies.

Stokes Raman lines are observed at slightly lower frequencies than ν_0 and result when a molecule in its ground state scatters the light with a loss of energy from the incident beam. This loss is equivalent in size to a characteristic frequency of the atomic vibrations within the molecule under study.

Conversely, anti-Stokes lines occur at frequencies higher than ν_0 and arise when a molecule initially in a higher energy level (than the ground state) scatters the incident light. Since there are fewer molecules in this higher energy level, these anti-Stokes emissions are less probable, hence, show up with lower intensity.

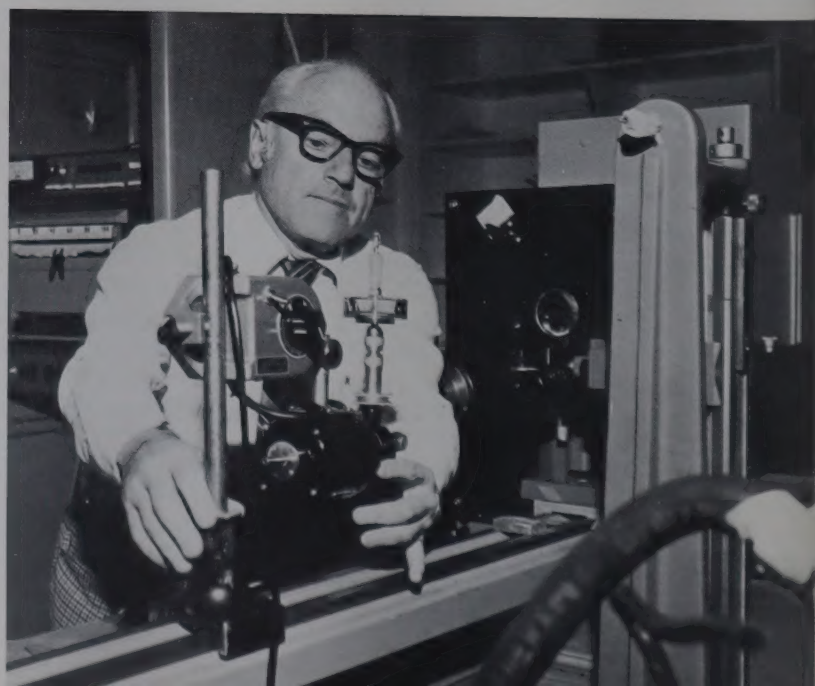
Used in conjunction with infrared spectral data, Raman measurements yield valuable information concerning the vibrational behavior of simple molecules as well as specific chemical bonds within more complex species. Furthermore, a study of the polarization (the planarity and orientation of its various components) of scattered light is of value in determining the symmetry of various vibrations.

On the other hand, Dr. Bernstein's resonance-Raman technique makes even more information available.

"When we first published our results in 1970," he recalls, "I received a direct call from someone who wanted to build an apparatus to try the technique. It was then picked up almost immediately and the field began to blossom into something

Dr. Harold Bernstein, Head of the Spectroscopy Section of NRC's Division of Chemistry, examines a colored liquid contained in the resonance-Raman sample cell. His resonance-Raman technique now enables scientists to obtain vibrational Raman spectra from small quantities of colored compounds.

Le Dr Harold Bernstein, Chef de la section de spectroscopie de la Division de chimie du CNRC, examine un liquide coloré contenu dans le porte-échantillon utilisé en spectroscopie Raman à résonance. Sa technique permet d'obtenir des spectres Raman vibrationnels à l'aide de petites quantités de composés colorés.



Spectroscopie Raman à résonance

De "bonnes vibrations" de composés colorés

Au cours de ces dernières années, le progrès scientifique a permis aux chercheurs d'éclaircir certains mystères de la vie. Un domaine entièrement nouveau d'analyse des structures moléculaires, la spectroscopie Raman à résonance, récemment mise au point à la Division de chimie du Conseil national de recherches du Canada, pourrait éventuellement permettre aux scientifiques de faire de nouveaux progrès.

Pour le récompenser de ses travaux sur la spectroscopie Raman au laser et sur la résonance magnétique nucléaire à haute résolution, le Dr Harold J. Bernstein, de la section de spectroscopie, a reçu en 1974 la médaille de l'Institut de chimie du Canada. Cette récompense est remise annuellement à un scientifique qui a apporté une contribution remarquable à la chimie ou au génie chimique au Canada.

Le Dr Bernstein décrit cette nouvelle technique comme constituant un lien important entre la spectroscopie atomique et la spectroscopie électronique et un perfectionnement considérable de la spectroscopie Raman traditionnelle.

C'est Sir C.V. Raman qui, en 1928, a été le premier à proposer la technique qui porte son nom pour étudier les états énergétiques des molécules.

Aux températures normales, les molécules se trouvent généralement dans leur état fondamental avec un certain niveau d'énergie. Il existe, au-dessus de cet état, de nombreux niveaux d'énergie plus élevés dans lesquels la molécule peut être excitée.

Ceux de ces niveaux, où la distance de séparation est la plus grande, sont appelés états électroniques de la molécule et ils nécessitent de grandes quantités d'énergie sous forme de radiations visibles et ultraviolettes avant que puisse se produire une transition, ou "saut", en partant de l'état fondamental. Il existe également des niveaux encore plus fins au sein

de chacun de ces états. Parmi ceux-ci, les niveaux vibrationnels (reflétant notamment l'énergie d'élongation ou de flexion des liaisons moléculaires) sont séparés les uns des autres par une distance supérieure à celle qui sépare les niveaux rotationnels. La position de chaque niveau est désignée par un nombre quantique intégral qui détermine les lois auxquelles les molécules doivent obéir en passant d'un niveau énergétique à un autre.

Pour "transitionner", les molécules ne doivent absorber ou émettre que des quantités bien précises d'énergie, appelées quanta, et correspondant exactement à la différence énergétique entre les niveaux particuliers. Il est, par conséquent, nécessaire de disposer de quantités de plus en plus grandes d'énergie pour que des transitions se produisent entre les niveaux rotationnels, vibrationnels et électroniques.

Les spectres donnés par les transitions entre les états électroniques ont une raie d'absorption principale caractéristique pour chaque composé étudié.

Par analogie, on peut imaginer que les états électroniques d'une molécule correspondent à une série d'édifices-tours implantés à différents niveaux sur une colline. Si une personne veut "transitionner" de l'un dans un autre plus élevé, elle a besoin d'une source d'énergie c'est-à-dire, par exemple, d'un train qui monte la colline.

Dans chacun des édifices, on trouverait des étages numérotés; les étages correspondraient aux niveaux vibrationnels et les numéros aux nombres quantiques. Les différences de hauteur entre les étages sont plus petites qu'entre les édifices et un ascenseur peut fournir l'énergie de "transition" entre les étages. Comme dans les transitions moléculaires, on ne peut "transitionner" qu'entre certains niveaux, c'est-à-dire que l'on ne peut pas s'arrêter entre les étages.

En réalité, les montées ou les descentes entre des niveaux énergétiques vibrationnels résultant du gain ou de la perte d'énergie d'une molécule constituent la base de la spectroscopie Raman.

Dans les expériences Raman habituelles une substance incolore est éclairée en lumière monochromatique comme celle d'un faisceau laser et le spectre est examiné à angle droit par rapport au faisceau incident. La fréquence du faisceau d'excitation est très éloignée de la raie d'absorption principale de la substance étudiée. On se sert d'un laser parce qu'il donne une intensité lumineuse quasi constante tout le long du faisceau alors que les autres sources donnent des faisceaux dont l'intensité diminue avec l'éloignement.

Après avoir atteint l'échantillon, une partie de cette lumière émerge à la fréquence d'origine ν_0 du rayon laser incident et donne une raie de Rayleigh. Cependant, une autre partie de la lumière est dispersée par le matériau et apparaît à des fréquences différentes.

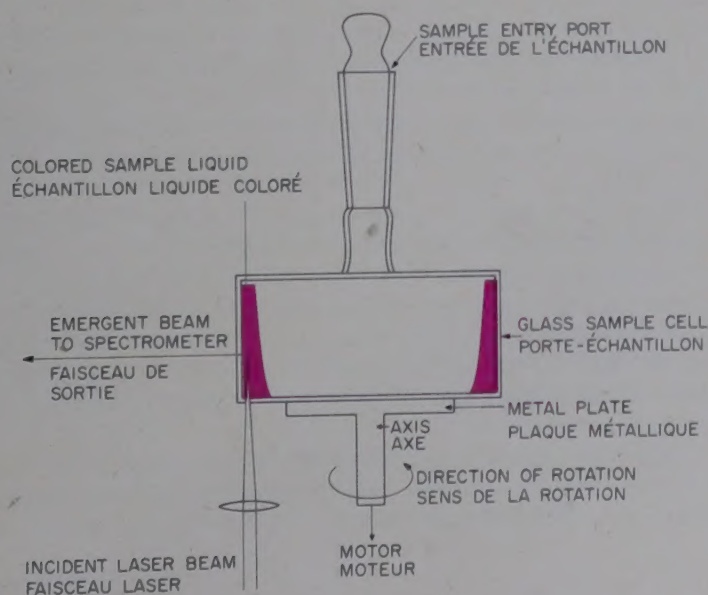
Les raies de Stokes dans le spectre Raman apparaissent à des fréquences légèrement inférieures à ν_0 lorsqu'une molécule se trouvant dans son état fondamental disperse la lumière avec perte énergétique du faisceau incident. Cette perte équivaut quantitativement à une fréquence caractéristique des vibrations atomiques au sein de la molécule étudiée.

De la même manière, les raies anti-Stokes apparaissent à des fréquences supérieures à ν_0 et sont produites lorsqu'une molécule se trouvant initialement à un niveau énergétique supérieur à celui de l'état fondamental disperse la lumière incidente. Etant donné que les molécules se trouvant à ce niveau énergétique supérieur sont moins nombreuses, il est

When mounted in the spectrometer, the resonance-Raman cell is rotated rapidly in the path of incident laser light. The scattered laser beam can be analysed to yield valuable information on the structure and energy levels of molecules under study.

Lorsque le porte-échantillon tourne rapidement en coupant un faisceau laser, la lumière dispersée peut être analysée pour donner des renseignements intéressants sur la structure et les niveaux énergétiques des molécules étudiées.

FIGURE 1. THE RESONANCE-RAMAN CELL
FIG. 1. LE PORTE-ÉCHANTILLON EN SPECTROSCOPIE RAMAN À RÉSONANCE



which anyone can use rather easily."

One significant consequence is that spectra can now be obtained from colored compounds. In fact, a prerequisite for strong resonance spectra is that molecules under study be highly conjugated or chromophoric. Furthermore, this technique provides information not only about the molecular geometry as in the conventional Raman but also about the electronic energy levels.

Again, a laser provides the beam of incident light but in this case the excitation frequency is within the spectral region of the substance's principal absorption band. Thus the name resonance-Raman since the two frequencies are close together or in resonance.

For colored substances, these principal absorption bands can be determined easily beforehand from a simple electronic absorption spectrum. Dr. Bernstein explains that the frequencies of beams from improved dye lasers (compared to the Argon ion variety) allow more accurate and selective matching to the frequencies of the absorption bands. Different selection rules for transitions come into effect at different excitation frequencies.

But Dr. Bernstein also describes a major difficulty which arose from the use of laser light with colored compounds.

Since the frequency of the laser light fell within the principal absorption band of colored species, samples quickly overheated and the narrow incident beam grew diffuse. This problem, caused by a process called self-absorption, greatly decreased the scattered intensity and prohibited observation of the emerging light.

The difficulty was overcome in a simple way by rapidly rotating (2000 rpm) the sample cell about an axis parallel to the direction of the laser beam. Consequently, the incident light was prevented from irradiating the same sample position long enough to overheat it and the original intensity of the narrow beam was retained.

At the same time it became necessary to shorten the path length from the scattering molecules to the exit window of the cell. This was readily accomplished and ensured that the laser beam would both emerge from the sample and be detected most efficiently.

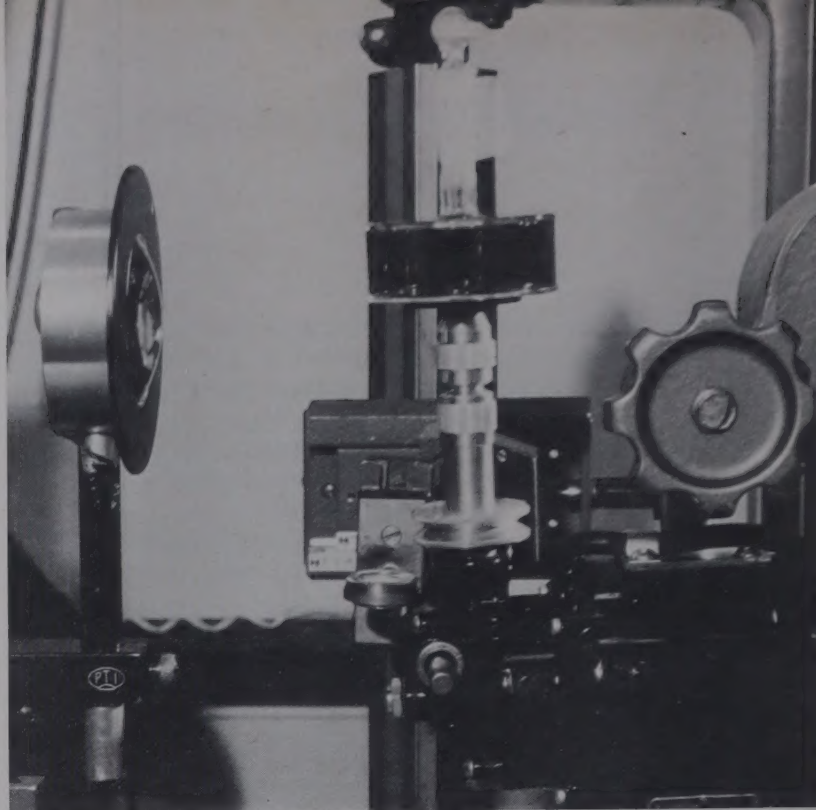
The cell itself is a hollow glass ring with a rectangular cross-section, whose metal axis can be fitted to a motor. As the cell rotates, the sample, either as a pure liquid or in solution, is forced to the sides of the container into the path of the laser light (Figure 1).

The sensitivity of the resonance-Raman technique ensures that well-resolved spectra can be obtained from small quantities of sample (on the order of micrograms). These spectra are characterized by high signal to noise ratios, a measure which reflects the relative clarity and strength of the recorded emission.

By limiting the area of interest to particular frequency regions, scientists can obtain spectra in minutes. Additional information in the form of inverse depolarization ratios arises from a study of the polarized condition of the incident and emergent light.

Dr. Bernstein has successfully used this diagnostic tool to assign structures to many small molecules and has also applied it to larger molecules of biological importance. In particular, he has studied colored compounds such as dyes, vitamin A, the carotenoids and the heme proteins.

He has chosen a family of compounds similar to heme,



In the resonance-Raman experiment, the frequency of a thin beam of laser light is closely matched to a characteristic electronic frequency within the observed compound. Using this technique, scientists have assigned structures to many small molecules and have extended their studies to larger molecules of biological importance.

Au cours des expériences de spectroscopie Raman à résonance, la fréquence d'un faisceau laser étroit est finement réglée sur une fréquence électronique caractéristique du corps étudié. A l'aide de cette technique, les chercheurs ont pu déterminer les structures de nombreuses petites molécules et étendre leurs études à de plus grandes molécules d'importance biologique.

species involving a square-planar (organic) porphin ring structure surrounding a central metal atom of nickel, copper, cobalt or iron, as model compounds before studying more complex biological species.

Heme itself, an iron complex which gives their characteristic colors to hemoglobin (which contains four heme groups) and myoglobin (one heme group), has been studied quantitatively and its vibrational spectrum completely assigned. In addition, Dr. Bernstein has obtained information concerning the spin and oxidation state of the central iron atom.

The changes in this spectrum which occur when heme interacts with globin are currently being used to probe the behavior of these two important substances.

The colored heme group is the handle which is common to both the model compounds and the changed environment within the biological system. In turn, the resonance-Raman technique for colored compounds is the key to their spectroscopic observation.

Dr. Bernstein hopes these studies will make a significant contribution to the knowledge of molecular interactions in living systems.

"Resonance-Raman spectroscopy," he says, "because of its inherent strength compared to conventional Raman spectroscopy, becomes a probe technique which may have very important uses. In biochemical and medicinal studies of biological systems, where you have only very small amounts of material, you need something which is sensitive enough to detect it. Sometimes it is the only way to get the information you want.

"Hopefully, many other applications will be found in time. For now, we've just got our feet wet and waded in up to our ankles." □ **W.J. Cherwinski.**

moins probable que l'on observe ces émissions anti-Stokes et elles apparaissent donc avec une intensité plus faible.

Utilisées conjointement avec des données spectrales en infrarouge, les mesures Raman fournissent des indications utiles sur le comportement vibrationnel des molécules simples ainsi que sur les liens chimiques spécifiques existant au sein d'espèces plus complexes. De plus, une étude de la polarisation de la lumière dispersée, c'est-à-dire de sa planarité et de l'orientation de ses diverses composantes, sert à déterminer la symétrie des diverses vibrations.

D'autre part, la technique Raman à résonance du Dr Bernstein, que nous citons ci-dessous, permet d'obtenir encore plus d'informations.

"Lorsque nous avons publié nos résultats, en 1970, j'ai été appelé par quelqu'un qui voulait construire un appareil pour essayer cette technique. Elle a été adoptée presque immédiatement et elle s'est développée au point que tout le monde peut l'utiliser assez facilement".

Un important résultat pratique de ce qui précède est qu'il est maintenant possible d'obtenir les spectres de composés colorés. En fait, si l'on veut obtenir des spectres de résonance bien marqués, il est essentiel que les molécules étudiées soient hautement conjuguées ou chromophoriques. D'autre part, cette technique fournit non seulement des informations sur la géométrie moléculaire, comme la méthode Raman habituelle, mais également sur les niveaux énergétiques électroniques.

Là encore un laser donne un faisceau de lumière incidente mais, dans ce cas, la fréquence d'excitation est contenue dans la région spectrale de la raie d'absorption principale de la substance étudiée. C'est ce qui explique le choix de la spectroscopie Raman à résonance puisque les deux fréquences sont proches l'une de l'autre ou en résonance.

Chez les substances colorées, ces raies d'absorption principales peuvent être facilement déterminées à l'avance à partir d'un spectre d'absorption électronique simple. Le Dr Bernstein explique que les fréquences des faisceaux émis par les lasers à colorants améliorés (par comparaison aux lasers à ions d'argon) permettent de se rapprocher avec une plus grande précision des fréquences des raies d'absorption. Différentes règles de sélection en ce qui touche les transitions entrent en jeu aux différentes fréquences d'excitation.

Mais le Dr Bernstein décrit aussi une difficulté majeure rencontrée dans l'utilisation de la lumière des lasers avec des composés colorés.

Puisque la fréquence de la lumière du laser se trouvait nettement dans la raie principale d'absorption des espèces colorées, les échantillons s'échauffaient rapidement et le faisceau incident étroit devenait diffus. En raison de cette difficulté causée par un mécanisme appelé self-absorption, l'intensité de la lumière dispersée diminuait beaucoup et l'on ne pouvait l'observer à la sortie.

On a surmonté cette difficulté tout simplement en faisant tourner le porte-échantillon à 2 000 tours par minute autour d'un axe parallèle à la direction du faisceau laser. En conséquence, la lumière incidente ne peut éclairer la même partie de l'échantillon que pendant un temps très court ce qui supprime l'échauffement avec l'avantage supplémentaire que l'on dispose toujours de l'intensité d'origine du faisceau étroit.

En même temps, il a fallu réduire au minimum l'épaisseur de l'échantillon traversée par le faisceau laser. On y est parvenu facilement et l'on a été sûr que le faisceau laser sortirait

de l'échantillon et serait détecté le plus efficacement.

Le porte-échantillon est constitué d'une bague de verre creuse de section rectangulaire dont l'axe métallique peut être relié à un moteur. Lorsque le porte-échantillon entre en rotation, l'échantillon, qu'il s'agisse d'un liquide pur ou d'une solution, est plaqué sur les parois de l'enceinte et placé sur la trajectoire de la lumière laser (Figure 1).

La sensibilité de la technique Raman à résonance assure l'obtention de spectres de bonne résolution en ne se servant que de faibles quantités d'échantillon, c'est-à-dire se mesurant en microgrammes. Ces spectres sont caractérisés par des valeurs élevées des rapports des signaux au bruit, ce qui reflète la clarté relative et la puissance de l'émission enregistrée.

En limitant leurs études à certaines régions de fréquences particulières, les scientifiques peuvent obtenir des spectres en quelques minutes. Des données supplémentaires sous forme de rapports inverses de dépolarisation sont obtenues en étudiant la condition polarisée de la lumière incidente et émergente.

Le Dr Bernstein a utilisé avec succès ce moyen de diagnostic pour caractériser les structures de nombreuses petites molécules et l'a également appliqué à des molécules plus grandes présentant une importance en biologie. Il a, en particulier, étudié des composés colorés comme des colorants, la vitamine A, les caroténoïdes et les protéines de l'hème.

La a choisi une famille de composés similaires à l'hème, qui sont des espèces ayant une structure dont l'anneau de porphyrine organique en carré plan entoure un atome métallique central de nickel, de cuivre, de cobalt ou de fer, comme composés modèles, avant d'étudier des espèces biologiques plus complexes.

L'hème proprement dit, complexe ferreux donnant à l'hémoglobine (qui contient quatre groupes d'hèmes) et à la myoglobine (un groupe d'hèmes) leurs couleurs caractéristiques, a été étudié quantitativement et l'on a complètement déterminé son spectre vibrationnel. Par ailleurs, le Dr Bernstein a obtenu des informations sur le spin et l'état d'oxydation de l'atome de fer central.

Les changements observés dans ce spectre et qui se produisent lorsque l'hème entre en réaction avec la globine sont actuellement utilisés pour étudier le comportement de ces deux substances importantes.

Le groupe d'hèmes colorés constitue la poignée commune aux composés modèles et à l'environnement modifié au sein du système biologique. La technique Raman à résonance pour les composés colorés constitue, quant à elle, la clé de leur observation spectroscopique.

Le Dr Bernstein espère que ces études apporteront une importante contribution à la connaissance des interactions moléculaires intervenant au sein du système vivant et nous le citons pour conclure:

"Grâce à sa force inhérente comparée à la spectroscopie Raman habituelle, la spectroscopie Raman à résonance devient une technique de sondage qui pourrait avoir d'importantes applications. Dans des études biochimiques et médicales de systèmes biologiques où vous ne disposez que de petites quantités des substances, il est nécessaire d'avoir un instrument suffisamment sensible pour les détecter. C'est parfois le seul moyen d'obtenir l'information que vous recherchez".

"Il est permis de penser que l'on trouvera par la suite de nombreuses applications. Pour l'instant l'aventure ne fait que de commencer".

NRC support to marine geology— Earthly secrets from deepsea drilling

"In one important respect," says Dr. D.J. Le Roy of the National Research Council, "the rocks can be considered to be as important as the lunar samples brought back by the astronauts. Without the aid of sophisticated modern technology they are as inaccessible as those on the surface of the moon."

The rocks referred to are drill cores retrieved from deep below the bottom sediments of the Atlantic Ocean by the research ship Glomar Challenger during a 68-day journey in the early summer of 1974. Managed by an international research team from Canada, the United States, France, Germany, and the U.S.S.R., the Challenger removed cores from the oceanic basement rock at four sites in an area of the Atlantic Ocean, south-west of the Azores islands. Taken from the western side of the Mid-Atlantic Ridge, a spine of undersea mountains ranging from north of Iceland to Antarctica, the cores represent the deepest samples of bedrock recovered to date. One drill penetrated 700 meters (765 yards) below the ocean floor, more than seven times the distance of the previous depth record.

At a post-cruise conference held on the campus of Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Dr. Le Roy, NRC's Acting Vice-President (University Grants and Scholarships), applauded the success of the thirty-seventh leg in the undersea exploration program of the specially-designed research vessel.

"This particular leg will be recognized as one of the most exciting and rewarding of the geological investigations that have been made. There is little doubt that it will result in significant advances in the knowledge of the evolution of our planet."

The drill samples, brought to Dalhousie for distribution to geoscientists from more than a dozen Canadian universities and government institutes, were under the care of Dr. Fabrizio Aumento, Chairman of the Department of Geology at Dalhousie and co-chief scientist of the expedition with Dr. William Melson of the Smithsonian Institution, Washington, D.C. The research programs of the Canadian university scientists are being supported by a series of National Research Council Special Project grants. In a break from normal procedure, geoscientists from across Canada were invited by NRC to submit research programs on the core rocks and sediments before the voyage of the Challenger took place. Cores could then be collected with experimental needs already clearly defined. A committee that included Dr. Aumento was set up to evaluate the research proposals, and those selected covered the broad range of disciplines in the geoscientific field. Termed Dalhousie Atlantic Geological Study (DAGS) grants, they support a number of physical, petrological, and chemical studies of the core material with a view to understanding the processes that have formed the earth's crust (the lithosphere).

From Memorial University in Newfoundland to the University of British Columbia, paleomagnetists, sedimentologists, petrologists, and other specialists in the geoscientific field will attempt to answer a number of questions concerning the nature of the lithosphere. How does the chemical nature of the sediments and rocks vary with respect to age and depth? What changes occur in the lithology (the composition, texture and structure) of the rocks? How do the magnetic properties vary? The Canadian scientists who receive the core samples are allowed to keep them for a year, at which time a comprehensive preliminary report on their findings will be compiled and issued.

The drilling expedition was a part of the long-running Deep Sea Drilling Project (DSDP) carried out by the Scripps Institution of Oceanography of the University of California and



Dr. Leonid Dmitriev of the Academy of Sciences of the U.S.S.R. in Moscow, the only Russian on the expedition, showed his sense of humor and artistic talent by producing this sketch of the Glomar Challenger.

Le Dr Leonid Dmitriev, de l'Académie des sciences de l'URSS, le seul Russe de l'expédition, est aussi un excellent humoriste si l'on en juge par son croquis du "Glomar Challenger" accompagné de sirènes.

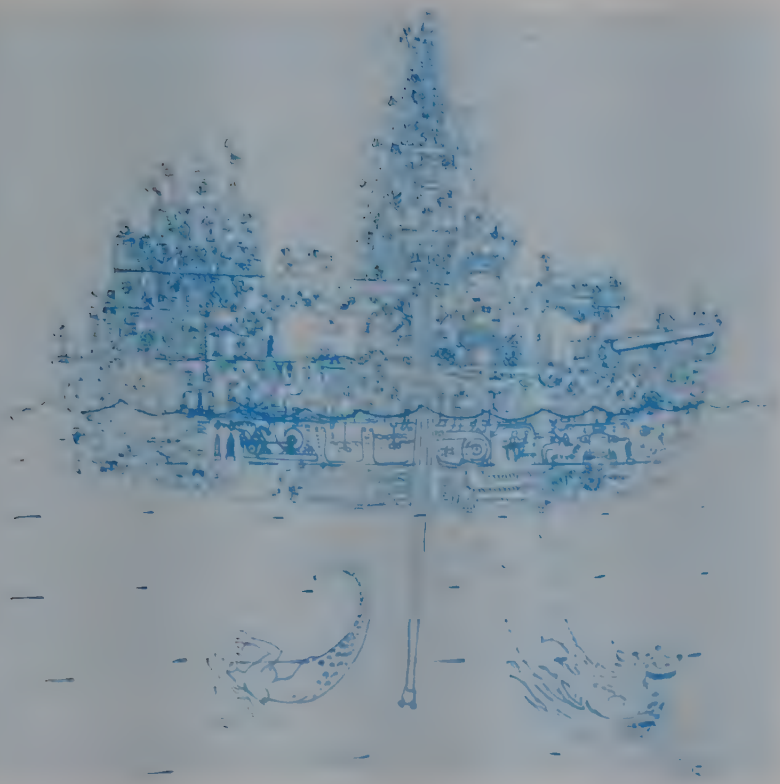
funded by the United States National Science Foundation. The DSDP operates on guidance from the Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling (JOIDES), an international group of scientific institutions interested in the geological aspects of the world's ocean basins.

Over the last few years the Department of Geology at Dalhousie University has established a reputation for the calibre of its marine science. Operating in part from NRC grants, it has built up an oceanographic competence and deep drilling expertise that ranks with the best in North America. Previous drilling projects on the Mid-Atlantic Ridge at 45 degrees North in 1971, off Bermuda in 1972 and the Azores in 1973, provided the Canadian scientists with the necessary grounding for Glomar Challenger's leg 37. The drill sites chosen on the Mid-Atlantic Ridge were selected on the basis of a surveying voyage undertaken by the Dalhousie group in cooperation with the Bedford Institute of Oceanography. The Dalhousie Geology Department was granted the use of the Department of the Environment's ship Hudson in the winter of 1974 to carry out the site survey.

The Glomar Challenger is a floating scientific laboratory with a drill rig assembly that enables it to recover core samples from the deep ocean floor. The technique is the same as that used in drilling for oil. The drill bit, the part that cuts through the rock, is hollow. Lowered on a steel pipe or drill string from the ship, its rotating motion down into the floor creates an internal column or core of material that can be brought to the

Le CNRC et la géologie sous-marine

Le forage des fonds abyssaux



"Ces roches peuvent être considérées, d'un certain point de vue, comme étant aussi importantes que les échantillons rapportés de la lune par les astronautes", nous a dit le Dr D.J. Le Roy, du Conseil national de recherches du Canada. En effet, elles sont aussi inaccessibles que les roches lunaires si l'on ne maîtrise pas une technologie moderne complexe pour se les procurer.

Il s'agit des roches données par des carottages dans les sédiments du fond des abysses de l'Océan Atlantique. Ces carottages ont été faits par les chercheurs du "Glomar Challenger" au cours de son voyage de 68 jours au début de l'été 1974. Cette équipe de chercheurs était constituée de spécialistes venus du Canada, des États-Unis, de France, d'Allemagne et d'URSS. Les forages ont été faits sur le fond rocheux, au sud-ouest des Açores, en quatre endroits de la face ouest de la dorsale médio-atlantique, chaîne de montagnes s'étendant sous la mer de l'Islande à l'Antarctique. Au cours de l'un des forages, on a réussi à "carotter" jusqu'à 700 mètres de profondeur sous le fond de l'océan, soit sept fois plus profondément que le record précédent.

L'expédition a été suivie d'une conférence à l'Université Dalhousie, à Halifax, en Nouvelle-Écosse, au cours de laquelle le Dr Le Roy, Vice-président par intérim (subventions et bourses universitaires), a pu applaudir cette réussite de la 37^e phase de ce programme d'exploration sous-marine exécutée grâce à ce bateau de recherche spécialement construit pour ce type de mission. Il a notamment dit: "Cette phase particulière sera reconnue comme étant l'une des plus intéressantes et des plus profitables des études géologiques qui ont été faites. Il y a peu de doute que les résultats n'apportent des connaissances nouvelles et importantes sur l'évolution de notre planète".

Les échantillons rapportés pour être distribués aux chercheurs, venant notamment de plus d'une douzaine d'universités canadiennes, avaient été confiés au Dr Fabrizio Aumento, chef du Département de géologie à l'Université Dalhousie et respon-

sable de l'expédition avec le Dr William Melson, de la "Smithsonian Institution", de Washington, aux États-Unis. Les programmes canadiens de recherches universitaires bénéficient de subventions de recherches spéciales du CNRC. Exceptionnellement, les géologues canadiens avaient été invités par le CNRC à soumettre avant l'expédition des programmes de recherches sur les sédiments et les roches profondes pour que les carottages soient faits en fonction de besoins expérimentaux clairement définis. Un comité, incluant le Dr Aumento, a été constitué pour évaluer les propositions; celles qui ont été sélectionnées couvraient un large domaine de la géologie. Ces subventions, appelées subventions d'études géologiques de l'Université Dalhousie dans l'Atlantique, devaient permettre de faire un certain nombre d'études physiques et chimiques des matériaux de la croûte terrestre sous-marine en vue de mieux connaître les mécanismes ayant présidé à la formation de la croûte terrestre, c'est-à-dire de la lithosphère.

De l'Université Memorial, à Terre-Neuve, à celle de Colombie britannique, des spécialistes en paléomagnétisme, en sédimentologie, en pétrologie et en d'autres branches de la géologie, essaieront de répondre à certaines questions concernant la nature de la lithosphère. Comment varie la composition des sédiments et des roches avec l'âge et la profondeur? Quels changements se produisent dans la lithologie, la composition, la texture et la structure des roches? Comment varient les propriétés magnétiques? Les scientifiques canadiens peuvent garder leurs échantillons pendant une année après quoi un rapport préliminaire étendu sera publié.

Cette expédition de forage constitue une partie du projet "Deep Sea Drilling" (DSDP), c'est-à-dire des forages des fonds abyssaux exécutés par le "Scripps Institution of Oceanography" de l'Université de Californie et financés par la "National Science Foundation", des États-Unis. Le DSDP obtient ses directives des "Joint Oceanographic Institutions for Deep Earth Sampling" (JOIDES), c'est-à-dire des organismes conjoints d'échantillonnage de la croûte terrestre océanique, groupe international d'organismes scientifiques intéressés par les aspects géologiques des bassins océaniques de notre planète.

Au cours de ces dernières années, le Département de géologie de l'Université Dalhousie s'est acquis une excellente réputation en raison du haut niveau de ses études marines. Grâce, en partie, aux subventions du CNRC, ce département a acquis de la compétence en océanographie et de l'expérience dans les forages abyssaux qui lui font prendre place parmi les meilleurs de l'Amérique du Nord. Les chercheurs canadiens s'étaient en effet entraînés, en vue de ce voyage, en exécutant d'autres forages sur la dorsale médio-atlantique par 45° de latitude nord en 1971, au large des Bermudes en 1972, puis des Açores en 1973. Les sites choisis pour les forages de 1974, sur la face ouest de la dorsale médio-atlantique, ont été sélectionnés en se basant sur des résultats d'un voyage précédent d'exploration entrepris durant l'hiver de 1974 par le groupe de Dalhousie en coopération avec l'Institut océanographique de Bedford. On avait alors utilisé le bateau "Hudson", du Ministère de l'environnement.

Le "Glomar Challenger" est avant tout un laboratoire flottant équipé pour le forage des grands fonds à la manière des pétroliers. Le trépan creux, fixé à l'extrémité des tiges de forage en rotation, découpe, après un certain nombre de tours, une sorte de carotte rocheuse qui est remontée à la surface. A

surface. On board, sophisticated geochemical and geophysical laboratories allow the scientists to measure properties of the rocks that might change with time, such as color, water content, and compaction. It is equipped with instruments to measure water and carbon dioxide content, compression and sonic velocity, as well as density, porosity, and electrical conductivity. An X-ray fluorescence machine for rapid chemical analyses and a spinner magnetometer were also made available for the special drilling program.

Over the years, the information provided by the voyage of the Challenger has strengthened the case for continental drift, the hypothesis that contends the present-day continents are actually fragments of a single ancient land mass. Marine research has suggested a mechanism for this improbable idea. Evidence indicates that the continents are being pushed apart by a continual enlarging of the ocean floor. Along a series of "cracks" in the undersea crust of the earth new material is continually rising up from the interior. The Median Valley running down the centre of the Mid-Atlantic Ridge is an example. As the new material surfaces, older material on either

side is displaced laterally outward, a phenomenon that has been termed "sea-floor spreading". Evidence from leg 37 has confirmed previous estimates of the spreading rate of the floor westward from the Median Valley — about 1.17 centimetres (one-half inch) per year.

Until recently it was not possible to drill very deeply into the floor because of the need to replace dull drill bits. Once the bit was hauled up and replaced, it was virtually impossible to find the drill hole again.

Consider the problem: A ship more than a mile above the ocean floor being moved about by the wind and waves, attempting to re-insert a bit into a hole less than a foot in diameter!

Two new systems on leg 37 made this difficult task possible, as Dr. Aumento explained. "By homing on a sonar beacon on the floor near the drill site, the ship was able to maintain itself within 30 feet of a spot on the ocean floor. The system, called "dynamic positioning", involves an on-board computer that receives sonar signals and automatically makes position adjustments via the ship propellers. In addition to its two stern propellers, the Challenger is equipped with four sets of lateral propellers (or screws), making it an ideal vehicle for parallel parking."

The other innovation is similar to the use of a funnel in pouring liquid into a narrow-necked jar. By placing a funnel, or cone on top of the hole the target is enlarged and easily keyed on by sonar beacons situated around the funnel's upper rim.

These new techniques allowed the drilling crew to re-insert their drill into the deepest hole eight times in succession. The re-entry feat was, in the words of Dalhousie University President, Dr. Henry Hicks, tantamount to threading a needle at street level from the top of the Empire State Building in a high wind!

The preliminary discoveries by the on-board scientists examining the cores have held some surprises, according to Dr. Aumento. The geological processes involved in sea-floor spreading are apparently much more complex than was predicted from the evidence of remote sensing geophysical instruments.

"The data show a much greater variety than we expected," said Dr. Aumento. "The chemical composition down one core varies as much as that over the entire ocean floor. This suggests that the variation previously found across the ocean floor is due not so much to locality as to random sampling of different horizons."

Another surprise was the "sandwich" pattern of volcanic basement rock and sediment in three of the drill sites. Sediment and basalt (rock) were found to be interlayered, the abundance of sediment falling off with depth until solid rock was reached. Periodic volcanic eruptions followed by sedimentation very likely formed this sequence about 3.5 million years ago on what was then the Median Valley.

"The magnetic properties of the rocks have also been shown to be less simple than expected," continued Dr. Aumento. "Although the hypothesis to explain the nature of the sea-floor still applies, it is far more complex than previously considered."

"With these deep core samples we will now have an idea, for the first time, of what actually lies below the earth's crust. Until leg 37 our ideas were based on indirect evidence and the predictions of our theories. Now we have the evidence from the material itself." □ **Wayne Campbell**

Co-chief scientists of leg 37, Dr. William G. Melson (left), of the Smithsonian Institution and Dr. Fabrizio Aumento of Dalhousie University, check some of the 3,000-plus core samples they collected.

Le Dr. William G. Melson (à gauche), de la Smithsonian Institution, et le Dr Fabrizio Aumento, de l'Université Dalhousie, vérifient une liste d'échantillons dont le nombre dépasse 3000.



bord, un laboratoire très bien équipé pour les études géophysiques permet aux chercheurs de déterminer les propriétés des roches qui peuvent changer avec le temps, c'est-à-dire la couleur, le contenu en eau et la compacité. On y dispose également d'instruments pour mesurer le contenu en gaz carbonique, la compression, la vitesse de propagation du son, la densité, la porosité et la conductivité. On y trouve aussi un analyseur rapide par fluorescence aux rayons X, mis spécialement au point par le représentant français, et un magnétomètre.

Les résultats obtenus par l'équipe de chercheurs du "Challenger" ont renforcé l'hypothèse de la dérive des continents, c'est-à-dire celle selon laquelle les continents tels que nous les connaissons aujourd'hui ne sont que des parties d'une ancienne masse continentale unique. Les recherches faites ont conduit à formuler un mécanisme expliquant cette hypothèse qui semblait auparavant très improbable. On a des preuves que les continents s'éloignent les uns des autres sous l'action de forces liées à un agrandissement continu du fond de l'océan. En effet, de nouveaux matériaux venant de l'intérieur s'élèvent continuellement dans les "fissures" sous-marines de la croûte terrestre. La faille médio-atlantique qui s'étend tout le long de la dorsale en est un exemple. A mesure que les nouveaux matériaux provenant de l'intérieur de la terre montent vers le fond de la faille, les plus anciens sont poussés latéralement sur les deux côtés et c'est ce phénomène que l'on appelle "étalement du fond marin". La phase 37 du programme a confirmé les estimations précédentes de cette vitesse d'étalement qui atteint environ 1,17 centimètre par an sur le côté ouest de la faille médio-atlantique.

Jusqu'à ces derniers temps, il n'était pas possible de procéder à des forages dans les fonds abyssaux car on n'arrivait généralement pas à retrouver le trou de forage lorsqu'il était nécessaire de remonter les trépans usés et d'en redescendre de nouveaux.

En effet, il suffit d'imaginer un bateau à plus d'un mile au-dessus du fond de l'océan, soumis à l'action du vent et des vagues, et d'où l'on essaierait de faire entrer le nouveau trépan dans un trou de diamètre inférieur à un pied!

Au cours de la phase 37 du programme, on s'est servi de deux nouveaux systèmes décrits ainsi par le Dr Aumento: "On utilise un "ancrage" ultrasonique, c'est-à-dire une balise à ultrasons placée sur le fond de l'océan près du trou de forage de sorte que le bateau est verrouillé à 30 pieds près sur une position fixe par rapport à cette balise. Le système appelé "dynamic positioning", c'est-à-dire "positionnement dynamique", consiste en un asservissement des deux hélices de propulsion et de quatre paires d'hélices latérales, aux variations des signaux émanant de l'"ancrage" ultrasonique, la boucle de rétroaction étant commandée par un ordinateur de bord".

L'autre innovation rappelle l'entonnoir grâce auquel on remplit aisément les bouteilles de vin. Il s'agit, en effet, d'un entonnoir conique placé à l'entrée du trou et équipé à sa périphérie de balises ultrasoniques grâce auxquelles le trépan retrouve aisément le trou.

Et c'est ainsi que, grâce à ces deux nouveaux systèmes, l'équipage de forage a pu faire rentrer les trépans huit fois de suite dans le trou le plus profond sans aucune difficulté. Comme l'a dit le Président de l'Université Dalhousie, le Dr Henry Hicks, la difficulté à vaincre était à peu près la même que pour enfiler une aiguille immobile en bas du Empire State Building un jour de grand vent, et que l'on ne peut commander la manœuvre que de l'étage supérieur.



Dr. D.J. Le Roy of the National Research Council, (left) with the two co-chief scientists of the Glomar Challenger's leg 37, Dr. William Melson of the Smithsonian Institution, Washington, D.C. (right) and Dr. Fabrizio Aumento of Dalhousie University's Department of Geology.

Le Dr D.J. Le Roy, du CNRC (à gauche) avec les Drs William Melson de la Smithsonian Institution (à droite), et Fabrizio Aumento, du département de géologie de l'Université Dalhousie, tous les deux chefs de la phase 37 du "Glomar Challenger".

Selon le Dr Aumento, les premières découvertes faites par les chercheurs examinant les carottes à bord ont réservé quelques surprises. Les processus géologiques impliqués par l'étalement du fond sous-marin sont en effet apparemment beaucoup plus compliqués que ceux qui étaient prévus en partant des résultats obtenus avec des télédéTECTEURS géophysiques.

Écoutons le Dr Aumento: "Les données que nous avons acquises sont beaucoup plus variées que celles auxquelles nous nous attendions. La composition chimique a varié autant du haut en bas d'une carotte que sur tout le fond de l'océan. On est donc conduit à penser que les variations que nous avons trouvées auparavant sur le fond de l'océan ne sont pas surtout dues à l'emplacement mais plutôt à l'échantillonnage aléatoire en différents endroits".

Une autre surprise a été de trouver sur un fond volcanique des roches et des sédiments en "sandwich", c'est-à-dire stratifiés dans trois des trous de forage. On a trouvé aussi que les couches de sédiments diminuent à mesure que la profondeur augmente et qu'il n'y a plus que des roches basaltiques vers le fond du trou. Des éruptions volcaniques périodiques suivies d'une sédimentation sont probablement à l'origine de cette séquence qui remonte à environ 3.5 millions d'années à l'emplacement de ce qui était alors la faille médio-atlantique.

Le Dr Aumento a continué: "Les propriétés magnétiques des roches sont apparues beaucoup moins simples que celles auxquelles on s'attendait. Quoique l'hypothèse expliquant la nature du fond marin soit toujours applicable, on doit se livrer à des considérations beaucoup plus complexes que celles que l'on avait prévues".

"Grâce à ces carottes provenant de très grandes profondeurs sous l'océan, nous aurons maintenant une idée, pour la première fois, de ce qui se trouve en fait sous la croûte terrestre. Jusqu'à cette phase 37 du programme nos idées étaient basées sur des programmes de recherches indirectes et sur des prévisions théoriques. Maintenant, nous avons des preuves évidentes grâce aux matériaux remontés des fonds abyssaux".

Radical studies initiated— Facing the problem of autoxidation

Butylated hydroxytoluene — it's a name familiar to compulsive readers of cereal boxes at the breakfast table. It's not a vitamin, mineral or secret ingredient, but an additive to the packaging material designed to help preserve the freshness of the cereal product, and slow down a process called autoxidation.

Autoxidation is a slow, spontaneous process which has a detrimental effect on organic materials within food. With time, some desirable properties of the original product are lost by this reaction with atmospheric oxygen and certain foods become rancid.

With other products such as synthetic fibres, natural and synthetic rubbers and petroleum derivatives, which are also susceptible to atmospheric oxidation, color changes, brittleness or loss of lubricating qualities may ensue. An inhibitor, or antioxidant, may be added to extend the lifetime of these materials.

Scientists in the Hydrocarbons Section of the National Research Council of Canada's Division of Chemistry are studying the kinetics (the mode and speed) of certain autoxidation reactions and are investigating how these processes are retarded by some additives.

Some of the reactions of autoxidation are already well-known.

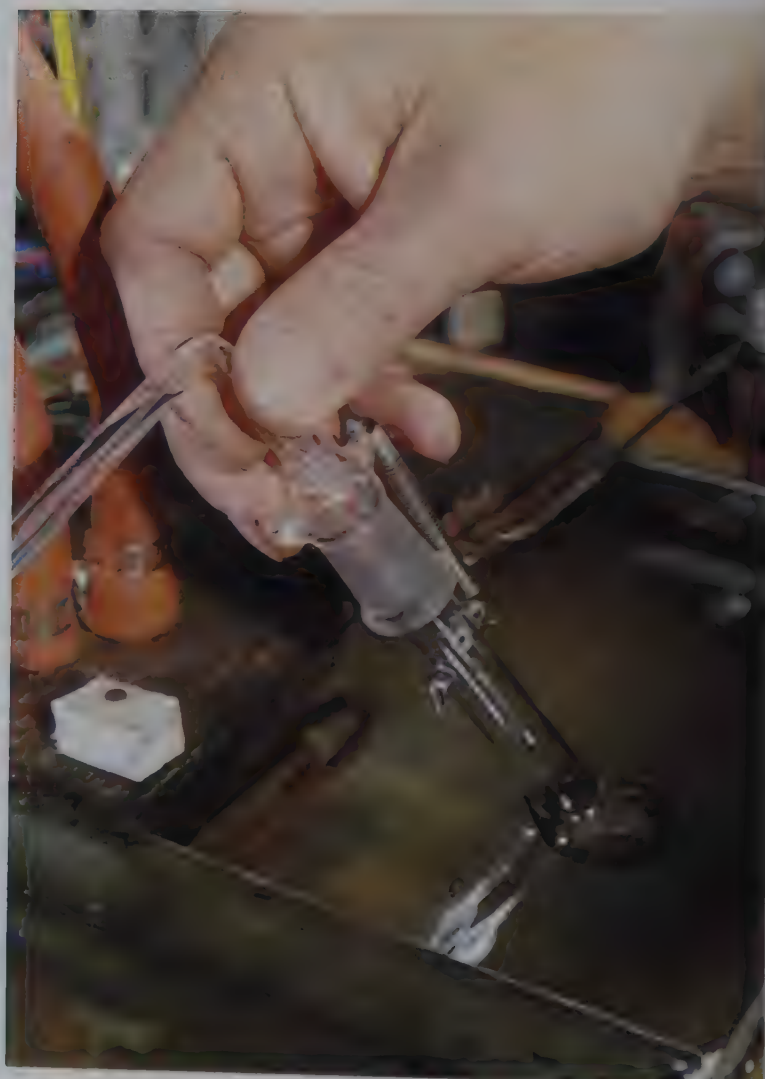
Uninhibited autoxidation is a chain process which involves organic species known as alkylperoxy radicals, and in its

simplest form, occurs in three stages.

During the initial phase, heat, light or impurities act on hydrocarbon materials (substrates) to produce organic free radicals. These active, uncharged species, which are characterized by one free, unpaired electron, are commonly formed by the removal of a hydrogen atom from the substrate.

Bottom, left to right: Dr. J.A. Howard, research officer in the Division of Chemistry, attaches a sample to the oxygen-uptake apparatus. • During experiments to determine the overall rate of oxygen uptake by an organic material, the sample container is immersed in an oil bath maintained at constant temperature. • Radicals are generated by photolysis of a sample with ultraviolet light in the cavity of the ESR spectrometer. • Technical officer Bernard Chenier uses an electron spin resonance (ESR) spectrometer to monitor the concentration of alkylperoxy radicals during autoxidation.

En bas de gauche à droite: le Dr J.A. Howard, de la Division de chimie, attache un échantillon à l'appareil de mesure d'absorption d'oxygène. • Pendant les expériences de détermination de l'absorption par une substance organique, l'enceinte contenant l'échantillon est immergée dans un bain d'huile à température constante. • Les radicaux naissent de la photolyse de l'échantillon placé en lumière ultraviolette dans le spectromètre RSE. • M. Bernard Chenier contrôle la concentration de radicaux de peroxyde d'alkyle durant l'auto-oxydation, à l'aide d'un spectromètre RSE.



Étude des radicaux

Pour supprimer l'auto-oxydation

"Hydroxytoluène butylé", voilà un terme bien connu de ceux qui mangent des "céréales" le matin car il est inscrit sur la boîte. Ce n'est ni une vitamine, ni un minéral ou une substance secrète mais un produit ajouté à l'emballage pour assurer la fraîcheur des céréales et ralentir l'auto-oxydation.

L'auto-oxydation est lente et spontanée dès que les aliments sont exposés à l'air, c'est-à-dire à l'oxygène atmosphérique. Certaines de leurs propriétés intéressantes sont perdues et, si l'oxydation dure, on dit que le produit est devenu rance.

Avec d'autres produits comme les fibres synthétiques, qu'il s'agisse de caoutchoucs naturels ou synthétiques et de dérivés du pétrole, qui sont également sujet à l'oxydation atmosphérique, la couleur change et ils peuvent devenir cassants ou perdre leurs propriétés lubrifiantes. Si l'on veut augmenter la durée de ces produits, il est donc nécessaire d'y ajouter un inhibiteur.

Les chercheurs de la section des hydrocarbures de la Division de chimie du Conseil national de recherches du Canada étudient l'auto-oxydation et les moyens de la retarder à l'aide d'additifs.

Certaines auto-oxydations sont déjà bien connues.

L'auto-oxydation non inhibée est un processus en chaîne qui intervient chez les espèces organiques connues comme les radicaux de peroxyde d'alkyle et qui, dans sa forme la plus

simple, se développe en trois phases.

Pendant la phase initiale, l'action de la chaleur, de la lumière ou des impuretés sur les hydrocarbures (substrats) conduit à la production de radicaux libres organiques. Ces espèces actives, non chargées, dont la caractéristique est de n'avoir qu'un seul électron libre, non apparié, se forment habituellement en enlevant un atome d'hydrogène au substrat.

Au cours de la seconde phase, ou phase dite de propagation, ces produits se transforment immédiatement, en présence de l'oxygène, en radicaux de peroxyde d'alkyle qui sont les agents oxydants actifs. A leur tour, ces espèces peuvent soustraire les atomes d'hydrogène du substrat d'origine ou avoir des interactions de diverses formes donnant des produits d'oxydation et d'autres radicaux libres qui sont recyclés pour entrer en réaction dans la chaîne.

Qu'elle soit rapide ou lente, cette réaction dépend d'un coefficient k_p , affectant une vitesse de réaction et déterminant la vitesse globale d'oxydation. Tout coefficient exprime une relation entre la vitesse de la réaction et la concentration des réactifs. Dans ce processus d'auto-oxydation, k_p dépend de la force des liaisons qui ont été rompues et de la structure du radical de peroxyde.

S'il n'existait pas de phase finale, les auto-oxydations échapperaient à tout contrôle. Dans le cas présent, en réagissant entre elles, différentes espèces de radicaux sont neutra-



At the second or propagation stage, these products convert immediately in the presence of oxygen to alkylperoxy radicals which are the active oxidizing agents. In turn, these species can remove hydrogen atoms from the original substrate or interact in other ways to form oxidation products and more free radicals which cycle back to react in the chain.

Whether fast or slow, this reaction is governed by a rate constant, k_p , which determines the overall tempo of the oxidation. Any rate constant relates the speed of a reaction to the concentration of the reactants present. In this process of autoxidation, k_p depends on the strength of the bonds broken and on the structure of the peroxy radical.

Were it not for the final, or termination stage, autoxidations, would run out of control. Here, by reacting with one another, various radical species are neutralized to unreactive, non-radical products. The rate of this reaction slow-down is also governed by a proportionality (rate) constant called k_t .

Although scientists understand these and many other modes of autoxidation, they are more interested in how they can be prevented.

It is now known that rates of autoxidation can be reduced by lowering either the rate of chain propagation or the rate of chain initiation. The former is achieved by addition of a chain-breaking antioxidant and the latter by addition of a preventive antioxidant. But for many years, scientists were uncertain of the mechanisms for these inhibition reactions.

Dr. Tony Howard of the Hydrocarbons Section describes the "shotgun approach" once taken by some industrial scientists to solve the oxidation problem. By this hit-and-miss method, scientists tried many possible inhibitors in turn until the most effective was found for a given system. Although such inhibiting agents as phenols or aromatic amines could minimize oxidation in, for example, petroleum products, it was still not clear how they worked.

In 1961, Dr. Howard in conjunction with Dr. K.U. Ingold, Head of the Hydrocarbons Section, began a study to clarify this mechanism. They chose a series of hindered phenols, compounds having a hydroxy group on a substituted benzene ring, as antioxidants in a system involving oxidation of styrene.

It soon became evident that these phenols donated a hydrogen atom to intercept the active chain-carrying alkylperoxy radicals at the propagation stage. As proof, the scientists observed a marked isotope effect (the inhibition was seven times less effective) when they replaced the reacting phenolic hydrogen by deuterium, an atom of hydrogen having one extra neutron.

These classical oxygen uptake studies were then extended to a series of substrates in the absence of inhibitors to unravel further the kinetics of certain autoxidations.

One surprising result was a large variation in the value of the termination rate constant, k_t , whose magnitude was determined by the structure of the peroxy radical itself. Previously, it was thought that k_t was invariant.

Furthermore, Dr. Howard learned that the propagation rate constant, k_p , was dependent on the structure of the peroxy radical as well as the substrate.

Knowing these relationships, scientists could then better evaluate the overall rate of oxygen uptake (the oxidizability) which is a function of the ratio of both k_t and k_p .

A series of rate constants were then measured for various substrates. Once the kinetics of several autoxidations were known, different phenolic antioxidants could be added and their

inhibition rate constants (a measure of their ability to retard the reaction by combining with peroxy radicals) were determined.

More recently, Dr. Howard and research colleague Dr. Edward Furimsky have continued and improved these kinetic studies by an electron spin resonance (ESR) technique which is sensitive to the magnetic effects associated with unpaired electrons such as found in alkylperoxy radicals.

By this method, a small sample containing an inhibitor and a reactive substrate is first placed in a narrow glass tube and installed in the cavity of an ESR spectrometer. Radicals are then generated by photolysis (reaction with light) of the substrate in the presence of oxygen. These species are stable at the low temperatures (-100 to +20 degrees Celsius) of the experiment.

When the light is switched off, the instrument records the gradual decay of the signal intensity of peroxy radicals as the reaction proceeds. When the reaction is completed (usually a matter of minutes) the alkylperoxy radicals have been consumed and the magnetic signal intensity falls to zero.

These data at a series of temperatures are then analyzed to yield rate constants and other information on structural effects. In addition, the ESR technique provides a measure of parameters such as activation energies, the minimum energy a system must attain before a reaction will proceed.

Dr. Howard notes that an experimental run taking one day on the ESR spectrometer would have required weeks by the older oxygen absorption method. In addition, whereas previous techniques involved a temperature range of 20-25 degrees the newer method allows studies spanning 120 degrees.

Dr. Howard sees both theoretical and practical interest in this work. Knowing the chemistry and kinetic parameters of an autoxidation reaction, its behavior could possibly be predicted at higher temperatures and a suitable antioxidant could then be evaluated.

For example, lubricating oils and other petroleum products must function at the high operating temperatures of internal combustion engines. With inadequate antioxidant additives, precipitates may deposit from the oil, it may lose its lubricating qualities and acids may form to erode metal components in the engine.

Dr. Howard is also carrying out kinetic studies on various types of radical scavengers and newer antioxidants which react in different ways.

He notes, "there is probably not a great deal of room for further improvements in the inherent efficiency of hydrogen atom donating antioxidants such as the phenols. There may, of course, be further improvements in the efficiency of preventive multifunctional antioxidants such as certain metal chelates."

Currently, such chelates of zinc are common additives in lubricating oils while related nickel species form a constituent of synthetic carpet fibres.

Protection from atmospheric oxidation may also be accomplished by the addition of two or more antioxidants whose combined effect, called synergism, is greater than the sum of their individual effects. Synergism is often observed when chain-breaking and preventive antioxidants are used together.

"Eventually," observes Dr. Howard, "with enough rate constant data, one might predict how rapidly a material may oxidize in a simple system. From there, one could select an inhibitor and calculate how well it would perform."

W.J. Cherwinski.

... l'auto-oxydation

lisées pour donner des produits non réactifs et exempts de radicaux. Le ralentissement de la réaction est aussi affecté par un coefficient k_t .

Les scientifiques cherchent surtout à prévenir ces auto-oxydations.

Il a fallu du temps pour comprendre l'inhibition mais on sait maintenant que les vitesses d'auto-oxydation peuvent être réduites en abaissant la vitesse de la propagation en chaîne ou en la réduisant dès le départ. Dans le premier cas, on ajoute un anti-oxydant qui brise la chaîne et, dans le second cas, un anti-oxydant préventif.

Le Dr Tony Howard, de la section des hydrocarbures, décrit les tâtonnements des entreprises industrielles et de quelques scientifiques qui ont essayé de nombreux inhibiteurs jusqu'à ce qu'ils découvrent le plus efficace. Ainsi on a trouvé que des inhibiteurs comme les phénols ou les amines aromatiques minimisent l'oxydation dans le cas des produits dérivés du pétrole, par exemple, mais on n'a pas su comment pendant longtemps.

C'est en 1961 que le Dr Howard, en collaboration avec le Dr K.U. Ingold, chef de la section des hydrocarbures, a entrepris d'éclaircir la question. Il a choisi une série de phénols entravés, composés ayant un groupe d'hydroxydes sur un noyau benzénique substitué, comme anti-oxydant dans un système impliquant l'oxydation du styrène.

Il est rapidement devenu évident que ces phénols donnaient un atome d'hydrogène pour intercepter les radicaux de peroxyde d'alkyle transporteurs de chaînes actifs au cours de la phase de propagation. Comme preuve, les scientifiques ont observé un effet isotopique marqué, c'est-à-dire une inhibition qui était sept fois moins efficace quand ils ont remplacé l'hydrogène phénolique réactif par du deutérium, atome d'hydrogène ayant un neutron supplémentaire.

Ces études classiques d'absorption d'oxygène ont été alors étendues à une série de substrats en l'absence d'inhibiteur pour mieux comprendre la cinétique de certaines auto-oxydations.

Un des résultats surprenants a été une grande variation de la valeur du coefficient de la vitesse finale de réaction k_t dont la grandeur a été déterminée par la structure du radical de peroxyde. On avait d'abord pensé que k_t ne variait pas.

Par ailleurs, le Dr Howard a appris que le coefficient affectant la vitesse de propagation k_p variait en fonction de la structure du radical de peroxyde tout autant qu'en fonction de celle du substrat.

Connaissant ces rapports, les chercheurs étaient alors en mesure d'évaluer la vitesse globale d'absorption d'oxygène, c'est-à-dire l'oxydabilité qui est fonction du rapport entre k_t et k_p .

On a ensuite mesuré des vitesses d'oxydation correspondant à divers substrats. Après avoir déterminé la cinétique de plusieurs auto-oxydations, il a été possible d'ajouter différents anti-oxydants phénoliques et de déterminer les coefficients des vitesses d'inhibition.

Plus récemment, le Dr Howard et son collaborateur, le Dr Edward Furimsky ont continué d'améliorer ces études cinétiques à l'aide de la résonance du spin électronique (RSE) sensible aux effets magnétiques liés aux électrons non appariés comme ceux que l'on trouve dans les radicaux de peroxyde d'alkyle.

Par cette méthode, on place d'abord un petit échantillon contenant un inhibiteur et un substrat réactif dans un tube de verre étroit que l'on introduit dans le spectromètre RSE. On

obtient ensuite des radicaux par photolyse du substrat en présence d'oxygène. Ces espèces sont stables entre -100 et + 20°C.

Lorsque l'on coupe la lumière, l'instrument enregistre la diminution graduelle de l'intensité du signal émanant des radicaux de peroxyde pendant la réaction. Quand la réaction est terminée, habituellement au bout de quelques minutes, les radicaux de peroxyde d'alkyle ont été consommés et l'intensité du signal magnétique tombe à zéro.

On analyse ensuite ces données pour toute une série de températures afin de déterminer les différents coefficients de vitesse et d'autres renseignements sur les effets structuraux. D'autre part, la RSE permet d'obtenir une série de paramètres comme les énergies d'activation, c'est-à-dire l'énergie minimale nécessaire à un système avant qu'une réaction se déclanche.

Le Dr Howard remarque qu'une seule journée suffit pour faire une expérience avec le spectromètre RSE alors que plusieurs semaines sont nécessaires par l'ancienne méthode d'absorption de l'oxygène. Par ailleurs, avec ces anciennes techniques, l'intervalle de température de travail était de 20 à 25°C alors qu'il est maintenant de 120°C.

Le Dr Howard estime que ces travaux présentent un intérêt à la fois théorique et pratique. Connaissant les paramètres chimiques et cinétiques de l'auto-oxydation, il serait éventuellement possible de prévoir son comportement à des températures plus élevées et de déterminer la valeur d'un anti-oxydant approprié.

Les huiles de lubrification et les autres dérivés du pétrole utilisés dans les moteurs à combustion interne doivent convenir aux hautes températures. Si les anti-oxydants sont mal choisis, des précipités se déposent, l'huile perd ses qualités lubrifiantes et il peut se former des acides qui attaqueront des composantes métalliques du moteur.

Le Dr Howard fait également des études cinétiques sur divers corps permettant d'éliminer les radicaux et sur de nouveaux anti-oxydants réagissant de différentes façons. Nous le citons:

"Il est peu probable que l'on puisse encore beaucoup améliorer l'efficacité inhérente de l'atome d'hydrogène produisant des anti-oxydants comme les phénols. Il est par contre possible, bien sûr, d'augmenter l'efficacité d'anti-oxydants préventifs universels comme certains chélateurs métalliques".

Actuellement, des chélateurs du zinc sont employés couramment comme additifs dans les huiles de graissage alors que des métaux connexes de nickel entrent dans la composition des fibres des tapis synthétiques.

On peut également arrêter les effets de l'oxydation atmosphérique en ajoutant au moins deux anti-oxydants dont l'effet total, appelé synergisme, est supérieur à la somme des effets de chacun d'eux. On observe fréquemment un synergisme dans les cas où des anti-oxydants préventifs et briseurs de chaînes sont utilisés ensemble. Et le Dr Howard de conclure:

"Il n'est pas interdit de penser qu'il sera un jour possible, si l'on dispose de données suffisantes sur les coefficients des vitesses de réaction, de prévoir la vitesse d'oxydation d'un matériau dans un système simple. Partant de là, on pourrait calculer les performances des inhibiteurs et ainsi sélectionner les meilleurs". □

Mining aid from Scintrex Ltd. — Scanning ore deposits with neutrons

Borehole logging. At first sight the phrase might appear to be part of the jargon of the timber industry. Perhaps it is some esoteric technique for transporting logs to the cutting mills, or a holing method for up-rooting trees.

But it has nothing to do with lumber. Rather, it is a term that refers to the holes drilled by miners during their evaluation of ore deposits, the sense of the verb *to log* here meaning *to record*.

Before investing the large sums of money needed to develop an ore body, mining companies must first determine whether the venture will be profitable. Diverse factors such as future metal prices, rates of exhaustion of the deposit, tax assessments, and mining, milling, and transportation costs must be balanced against the potential value of the ore. Mining companies are therefore interested in obtaining as comprehensive a profile of an ore body as possible, particularly in cases where the deposit may only be of marginal economic value. For such "low grade" ores, mining engineers need to know the over-all dimensions of the bed as well as the grade or richness, which normally varies throughout a deposit. If the grade of an ore introduced to a mill is lower than that predicted by analysis it may change an operation originally deemed profitable into one that shows a deficit.

The method of evaluation used routinely by the mining industry is borehole logging, the drilling of holes into the ore bed followed by analysis of the "core" samples in a chemical laboratory. The resultant chemical data allow miners to describe or log the mineral composition of the core (or column of ore) from the surface to the bottom of the drill hole. By drilling out cores in a uniform, grid-like pattern across the deposit, miners are able, through extrapolation, to arrive at a compositional profile of the bed.

For mining to be economically profitable, metals must be present in concentrations far higher than normally found in the earth's crust. Because most of the high-grade minerals near the surface have been found and exploited, mining companies have had to turn increasingly to what are called "disseminated" or lean deposits, beds of low grade ore dispersed over large areas. Most of the world supply of copper is found scattered through beds of this type (called porphyry copper deposits) and large amounts of the nickel reserves (called lateritic nickel deposits). Since the areas to be examined are large and the ore grade generally low and variable, companies must undertake long and costly programs of evaluation before deciding on the economic viability of development. Any new analytical technique that reduces the operating expense of this task or the time involved would therefore be of benefit to the industry.

Recently, a Canadian firm based in Toronto, Ontario, has tested a technique for determining the chemical composition of the area immediately surrounding boreholes that does not require sending core samples off for laboratory analysis. At Scintrex Limited, a company that specializes in the development and manufacture of geophysical equipment, the collaborative efforts of nuclear chemist Sam S. Nargolwalla and nuclear physicist Bart St. John-Smith have resulted in a sensitive logging method based on the bombardment of ore elements by neutrons. This project, spanning a period of five years, has been supported by a grant from the National Research Council's Industrial Research Assistance Program (IRAP). The method, termed "neutron capture-prompt gamma" analysis, involves bombardment of the ore in the walls of a

borehole with neutrons followed by analysis of the gamma radiation emitted by the excited nuclei of the material. Because the character of these gamma rays depends upon the nature of the irradiated nuclei, it can be used to identify or "finger print" the elements from which the radiation is emitted.

In discussing the Scintrex analytical technique, Dr. Nargolwalla cautions that the idea itself is not new, that it has been known for some years.

"What is innovative in our work are the refinements to the technique," he says. It is based on the analysis of "prompt" gamma rays, those produced immediately after capture by the nucleus. A technique has been developed which may be used to sort out the gamma signals and translate them into meaningful quantitative data in spite of a great deal of interfering "noise" from other radiation. Laboratory experiments on known materials must be performed before one is able to make sense out of gamma ray emission from neutron-irradiated ores.

The experimental bore-hole simulation used at the Scintrex laboratory in Toronto. Measuring four feet in diameter, the hole contains one of the metal donuts at its base. In the centre of the donut, the seven-inch inner annulus can be seen; when these donuts are stacked up to the top, the composite inner annulus represents the field bore-hole.

Le trou de forage simulé chez Scintrex à Toronto. Les enceintes annulaires de 3 pieds de diamètre vont être placées dans le puits de 4 pieds de diamètre. L'une d'elles est déjà au fond et l'on peut voir le "trou" simulé de 7 pouces de diamètre.



Scintrex Limited aide l'industrie minière

L'évaluation neutronique des gisements

Avant d'investir les fonds considérables nécessaires à l'exploitation d'un gisement minier, les compagnies doivent d'abord s'assurer que l'entreprise sera rentable. Elles doivent donc tenir compte de divers facteurs comme l'évolution des prix des métaux, l'importance du gisement, les charges fiscales et les frais d'exploitation, de traitement et de transport des minerais. Il est donc nécessaire de faire d'abord des sondages pour déterminer les teneurs et pour cartographier le gisement à différentes profondeurs car des teneurs trop faibles ou des gisements trop petits pourraient conduire à une exploitation marginale sur le plan économique et même à une faillite.

La méthode d'évaluation utilisée couramment par l'industrie minière est la diagraphie, c'est-à-dire le forage de trous dans le filon minier suivi d'une analyse chimique des "carottes", ou échantillons, en laboratoire. Cette analyse donne la composition détaillée de la carotte (ou colonne de minerais), de la surface au fond du trou de forage. En forant selon un quadrillage uniforme couvrant la région du gisement, les ingénieurs peuvent interpoler et ainsi obtenir des cartes et des profils qualitatifs et quantitatifs du gisement.

Pour être rentables, les minerais doivent avoir une teneur métallique beaucoup plus élevée que la teneur moyenne dans la croûte terrestre. La plupart des minerais à haute teneur, proches de la surface, ayant déjà été découverts et exploités, les compagnies minières ont dû s'intéresser de plus en plus aux gisements "disséminés" ou de faible teneur, c'est-à-dire aux couches de minerais de faible qualité disséminées sur de grandes étendues. La majeure partie du cuivre actuellement exploité dans le monde provient de ce type de gisements appelés dépôts de cuivre "porphyrique" comme d'ailleurs de grandes quantités de nickel latéritique. Les zones à explorer étant très étendues et la qualité du minerai généralement faible et variable, les compagnies doivent lancer de longs et coûteux programmes d'évaluation avant de décider de la rentabilité d'une exploitation. On comprendra donc que toute nouvelle technique d'exploration permettant de réduire les frais liés à ces recherches, ou le temps qu'elle nécessitent, serait précieuse pour l'industrie.

Tout récemment, une société canadienne ayant son siège social à Toronto, dans l'Ontario, a mis au point et expérimenté une technique permettant de déterminer la composition chimique de la zone entourant les forages et grâce à laquelle il n'est plus nécessaire d'envoyer les échantillons à un laboratoire. Chez Scintrex Limited, compagnie qui se spécialise dans la mise au point et la fabrication de matériel géophysique, la collaboration du Dr Sam S. Nargolwalla et de M. Bart St. John-Smith, respectivement spécialiste en chimie nucléaire et en physique nucléaire, ont conduit à la mise au point d'une méthode de diagraphie fine basée sur le bombardement neutronique des éléments des minerais et appelée carottage radio-actif. Ces travaux, couvrant une période de cinq ans, ont été financés à l'aide d'une subvention du Conseil national de recherches dans le cadre de son Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI). La méthode est appelée en anglais "neutron capture-prompt gamma analysis", c'est-à-dire capture des neutrons suivie de l'analyse rapide des rayons gamma émis par les éléments bombardés. Le caractère de ces rayons gamma variant en fonction de la nature des noyaux irradiés, on peut s'en servir pour identifier ou "prendre l'empreinte digitale" des éléments émettant la radiation.

Parlant de la technique d'analyse de Scintrex, le Dr

Nargolwalla tient à rappeler que l'idée elle-même n'est pas nouvelle et qu'elle date en fait de quelques années mais, il précise:

"Ce qui est nouveau, par contre, ce sont les perfectionnements que nous avons apportés à la technique. Elle est basée sur l'analyse des rayons gamma "instantanés" émis par les noyaux bombardés par les neutrons. En dépit de beaucoup de "bruits de fond" provenant d'autres radiations, la technique permet de trier les signaux gamma et de les traduire en données quantitatives significatives. Il est également nécessaire d'étalonner les appareils avant d'être en mesure d'interpréter les émissions gamma. Pour les étalonner on fait des mesures en laboratoire sur des matériaux connus. Des tentatives antérieures pour utiliser cette méthode ont échoué parce que les échantillons analysés avaient une densité, une composition et une humidité uniformes et que cet ensemble de conditions est rarement rencontré dans les gisements. De telles méthodes risquent de n'être plus d'aucune utilité lorsque l'uniformité est perturbée. Notre propre méthode tient compte de ces variations possibles et permet d'obtenir des résultats restant largement dans les limites de l'erreur acceptable". Écoutons maintenant M. St. John-Smith:

"Notre analyseur est constitué de deux parties principales: une source de neutrons pour le bombardement du minerai et un détecteur pour enregistrer l'émission gamma qui en résulte. Notre source neutronique est le californium 252, qui est un élément artificiel entrant instantanément en fission, un peu comme l'uranium 235 dans les réacteurs nucléaires. Il est relativement bon marché et les neutrons libérés se trouvent dans la gamme énergétique convenant à nos besoins".

Les neutrons, nous a-t-il expliqué, rebondissent à l'impact en raison de leur énergie relativement élevée. Lorsqu'ils retombent à des niveaux énergétiques dits "thermiques", la probabilité d'être capturés par un noyau, plutôt que de ricocher, augmente; on l'appelle "section efficace de capture". La plupart des éléments intéressants comme le nickel, le cuivre et le fer ont une section efficace de capture satisfaisante pour capturer les neutrons se trouvant à des niveaux énergétiques thermiques. La capture des neutrons donne un noyau très excité qui, en retombant à l'état normal, émet des rayons gamma. Bien que les rayons gamma soient émis à de nombreux niveaux énergétiques, c'est la pointe immédiate à haute énergie qui nous intéresse.

Étant donné que chaque élément émet des rayons gamma ayant un niveau énergétique caractéristique, il est possible de déterminer la composition d'un minerai en enregistrant ces émissions à l'aide d'un détecteur.

Pour mesurer la teneur d'un élément en se basant sur la capture radiative, il faut tenir compte de plusieurs facteurs qui peuvent interférer avec le signal correspondant aux rayons gamma. L'interférence peut provenir de rayons gamma à haute énergie émis par d'autres éléments excités ou par ces mêmes noyaux devenant radioactifs par capture des neutrons. La nature et la répartition de ces éléments autour du détecteur et la présence de modérateurs de neutrons, comme l'eau, affectent également le signal. Pour ces raisons, la composition approximative de la couche contenant les métaux recherchés doit être connue avant de pouvoir faire une analyse valable.

On peut simuler ces conditions en laboratoire en empilant dans un puits de 4 pieds de diamètre et de 40 pieds de profondeur des enceintes annulaires, de 2 pieds de haut, de 3 pieds de diamètre extérieur et de 7 pouces de diamètre

It is from these tests that all sensible interpretations will derive. Previous attempts to utilize this method failed because the laboratory ore samples used were of uniform density, composition and moisture value, a condition that is seldom reflected in the field deposits. Such methods tend to fall apart when the uniformity is disturbed. Our method allows for these changes, and provides results well within acceptable limits of error."

"Our analytical instrument is essentially composed of two parts," says Mr. St. John-Smith, "a source of neutrons for bombardment of the ore, and a detector to monitor the resultant gamma ray emission. Californium 252 is our neutron source, a synthetic or man-made element that undergoes spontaneous fission much like Uranium-235 in nuclear reactors. It is relatively cheap and the neutrons liberated are in just the right energy range for our purposes."

When neutrons are emitted, he explains, they bounce off the nuclei of the ore elements because of their relatively high energies. As they slow down to so-called "thermal" energies, the probability of their being captured by a nucleus rather than ricocheting off, increases (this probability is termed the "cross-section of capture"). Most of the elements of interest, nickel, copper and iron, have an acceptable cross-section of capture for neutrons at thermal energy levels. Neutron capture forms a product nucleus in a highly excited state, the return to normal being effected by the emission of gamma rays. Though the gamma rays given off are scattered across a range of energies, it is the immediate high energy radiation that is of interest here.

Because each element emits gamma rays of a characteristic energy after neutron capture, it is possible to determine the composition of an ore by monitoring these emissions with a gamma ray detector.

In measuring the content of an element based on radiative capture, there are several factors that can interfere with the gamma ray signal. Interference may come from high energy gamma rays emitted by other elements excited or by these same nuclei becoming radioactive by neutron capture. The nature and distribution of these ore elements about the detector and the presence of neutron moderators such as water, will also affect the signal. For these reasons, the approximate composition of the bed containing the desired metals must be known before any sensible analysis can be made.

The laboratory system used in the development of the technique consists of a stack of metal "donuts", two feet in height by three feet in diameter, sunk into the ground to a depth of about 40 feet. A seven-inch inner diameter annulus down the centre represents the borehole. Ores were simulated by putting various combinations of the pure compound constituents, such as oxides of silicon, iron, nickel, aluminum and copper, together in the donuts.

Entrapped water, a common feature of these porous ores, was represented by tubes of the liquid distributed throughout the matrix, or by corn starch, a foodstuff that has the same hydrogen to oxygen ratio as water. This system allowed the experimenters to vary the ore composition surrounding the borehole in any manner desired along the length of the hole. Though it did not reflect the field condition entirely, it was close enough to judge whether or not the method was feasible, and to determine what sort of sensitivity could be expected in the field:

"Our method of analysis is based essentially on simple

arithmetic," says Dr. Nargolwalla. "It allows us to correct for the effect of variations in ore density, water content, and borehole diameter — in other words, for the changes in the neutron environment from the fixed output source. All of these environmental changes produce a different sensitivity for a given mass of an element. If allowances are not made, errors up to ± 50 per cent can occur."

The Scintrex method both senses and corrects for these variations, he continues, and provides values in excellent agreement with those derived from chemical analysis.

The step beyond the laboratory, the acid test for the technique, was its performance in the field. To be of value to the mining industry, it had not only to compare favorably to the standard chemical procedure of analysis, but to offer a significant economic advantage as well.

Choosing a lateritic nickel deposit operated by a Canadian company that had already been drilled and cored by conventional techniques, the Scintrex researchers set up their apparatus for testing. The detector, suitably shielded from the neutron source, was attached by cable to a data handling system housed in an air-conditioned shed. This system processed the electronic pulses from the detector as it moved down the borehole, giving almost instantaneous numerical values for the elemental composition.

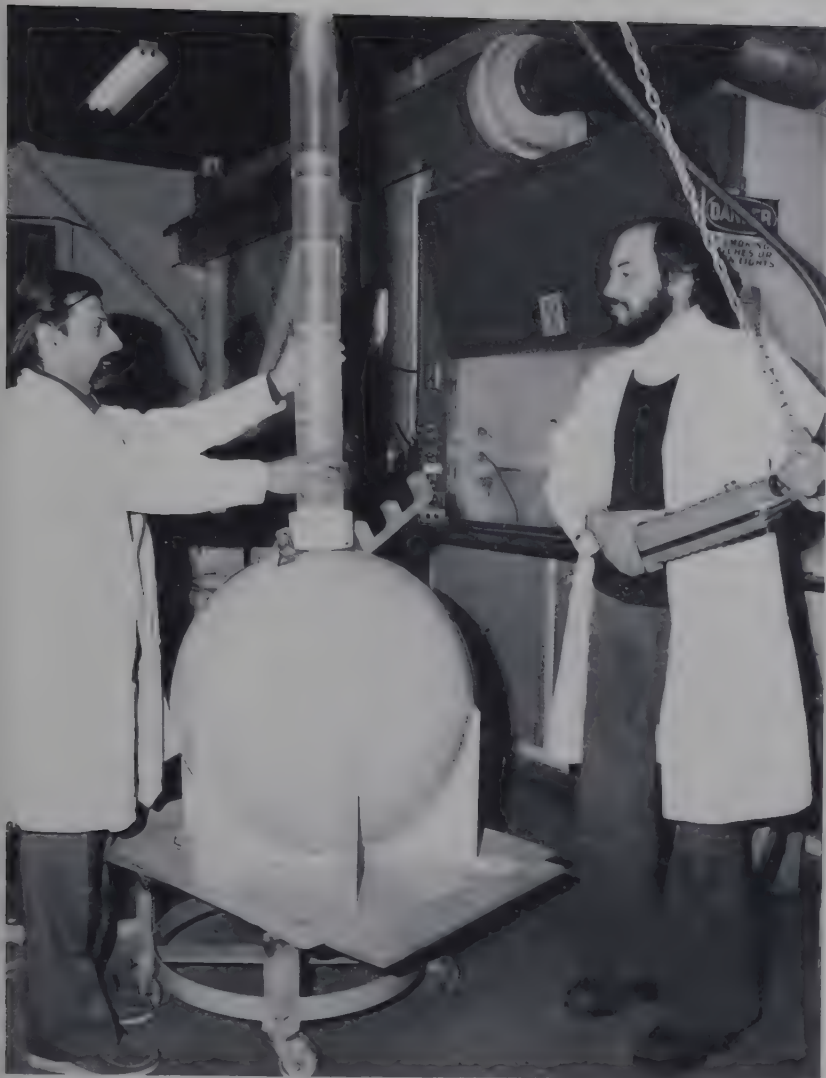
"We were interested in the answers to two questions," says Mr. St. John-Smith. "First, how accurately did the nuclear technique reflect the composition of the ore it scanned, and second, how did it compare to the analyses that had already been done on the cores. Selecting two representative holes, we logged them and then removed the surrounding ore to a radius of one foot for chemical analysis. The nuclear results compared extremely well with those derived chemically."

The other boreholes were logged as well for comparison with the chemical results from the previously tested cores, he explains. In many of the positions down the holes the nuclear and chemical data were not in good agreement. Since the nuclear technique was shown to accurately reflect the bulk ore composition, it would appear to have greater precision in determining the true compositional profile of an ore bed.

Dr. Nargolwalla foresees the fully-developed system as being completely portable. A self-contained four-wheel drive vehicle will hold the entire logging service, the probe, data handling and reduction system, and power source. It will follow up behind the drilling crew as it crosses the ore body.

A major advantage of the system will be the immediacy of the results. There will not be a lengthy wait for core analyses, nor the expense of handling the cores. The results will simply be read off on a fast printer, banked on a magnetic tape, and passed on immediately to the client. With cores being unnecessary, cheaper drill methods can be used, a significant saving considering the total length of core sample normally removed from the numerous boreholes in an ore deposit. Lengths totalling 200 thousand feet are not unusual.

"Because much more material is being analysed in our method," says Dr. Nargolwalla, "I can say that from a statistical standpoint it is more representative of the composition of an ore body. How much better will depend upon the degree of heterogeneity in the ore sample being analysed. There are problems in advancing this technique since it is displacing a relatively old technology, but there is little doubt that it represents a major advance in the analysis of heterogeneous materials in an uncontrolled environment." □ **Wayne Campbell.**



Dr. S.S. Nargolwalla (left) steadies the neutron probe for insertion into a shielding container, while **Mr. St. John-Smith** positions it with an over-head crane. The two Scintrex scientists developed the system for analysing ores with the aid of an NRC IRAP grant.

Le Dr S.S. Nargolwalla (à gauche) guide la sonde pour l'insérer dans un blindage alors que **M. St. John-Smith** commande le palan. Ces deux chercheurs de Scintrex ont bénéficié d'une subvention PARI du CNRC pour mettre au point cette sonde de carottage radio-actif.

intérieur, que l'on remplit de composés métalliques purs comme les oxydes de silicium, de fer, de nickel, d'aluminium et de cuivre simulant les minerais. Le trou de forage est ainsi représenté par le tube vide central de 7 pouces de diamètre obtenu en empilant les enceintes.

On a simulé l'eau habituellement présente dans les minerais à l'aide de petits tubes de verre remplis d'eau répartis aléatoirement dans les oxydes ou encore à l'aide d'amidon de maïs, substance ayant le même rapport de l'hydrogène à l'oxygène que l'eau. Ce système a permis aux chercheurs de faire varier la composition du minerai en fonction de leurs besoins sur toute la longueur du trou de forage. Bien que certaines conditions n'aient pas été entièrement reproduites, on a pu évaluer la méthode et sa sensibilité dans les conditions réelles d'application. Écoutons encore le Dr Nargolwalla:

"Notre méthode ne fait appel qu'à l'arithmétique. Elle nous

permet toutefois de corriger ou d'éliminer les effets des différences de densité et de teneur en eau du minerai et aussi des différences de diamètre du trou de forage, c'est-à-dire de tenir compte de l'influence des conditions ambiantes sur les neutrons émanant d'une source à débit constant. Les variations des conditions ambiantes sont en effet à l'origine de différentes sensibilités pour une masse donnée d'un élément et, de ne pas en tenir compte, pourrait conduire à des erreurs de $\pm 50\%$ ".

La méthode de Scintrex, a-t-il souligné, permet de détecter et de corriger à la fois ces variations et d'obtenir des valeurs très bien confirmées par l'analyse chimique.

On en est alors arrivé à "l'heure de vérité", c'est-à-dire à l'application in situ pour vérifier sa valeur technique et déterminer ses avantages sur le plan économique.

Pour les essais, les chercheurs de Scintrex ont choisi un gisement de nickel latéritique exploité par une compagnie canadienne ayant déjà fait des forages et des carottages par les techniques courantes. Le détecteur, convenablement isolé de la source de neutrons, a été relié par câbles à un système d'analyse des données, placé dans un abri climatisé, et traduisant presque instantanément en valeurs numériques les impulsions électroniques du détecteur à mesure que ce dernier descendait dans le trou de forage. Ces valeurs numériques sont naturellement celles de la composition du minerai. Laissons maintenant la parole à M. St. John-Smith:

"Ensuite, nous avons voulu voir si cette technique nucléaire donnait des résultats comparables à ceux qui sont donnés par les carottes. Choissant deux trous représentatifs, nous avons fait une exploration avec nos appareils puis nous avons enlevé le minerai périphérique, pour l'analyser chimiquement, jusqu'à ce que le trou de forage ait un rayon d'un pied. On a trouvé que la méthode nucléaire donne des résultats soutenant bien la comparaison avec ceux de la méthode d'analyse chimique".

Les autres trous de forage ont également fait l'objet d'une comparaison. On a alors trouvé qu'à de nombreux niveaux les données nucléaires et chimiques ne concordaient pas parfaitement, mais il a été toutefois démontré que la technique nucléaire permet d'avoir un profil global de la composition plus précis que celui que l'on peut obtenir par l'analyse chimique.

Le Dr Nargolwalla pense perfectionner ses appareils pour les rendre portatifs. Ils seraient transportés par un véhicule à quatre roues motrice contenant la totalité du matériel diagrammique, c'est-à-dire la sonde, les systèmes de traitement des données et la source énergétique.

L'avantage capital du système sera de donner des résultats numériques immédiats sans avoir à carotter et sans faire attendre le client. Les carottages sont, en effet, très coûteux puisque la longueur totale des échantillons habituellement prélevés dans les nombreux trous de forage peut atteindre 200 000 pieds. Le Dr Nargolwalla a ajouté pour conclure:

"Puisque notre méthode permet de déterminer instantanément la composition d'une très grande quantité de minerai, je peux dire que, du point de vue statistique, elle est plus précise quant à la composition d'un gisement minier et elle est d'autant plus avantageuse que le terrain est hétérogène. Il reste certainement des problèmes à résoudre pour faire adopter cette technique puisqu'elle doit remplacer une technologie relativement ancienne, mais il y a peu de doute qu'elle constitue un progrès majeur dans l'analyse des matériaux hétérogènes en environnement non contrôlé".

New from PPRIC— Superthirsty fibres

A process that greatly increases the ability of wood fibres to hold water has been developed at the Pulp and Paper Research Institute of Canada.

Graft polymerization, or grafting, holds out promise of becoming an important factor in the rapidly growing market for disposable absorbent products such as diapers, sanitary napkins and surgical dressings.

Studies that began in the laboratories of Consolidated Bathurst Limited and later were transferred under the auspices of the National Research Council of Canada's Industrial Research Assistance Program to the Pulp and Paper Research Institute of Canada (PPRIC), now show that fibres can be produced which will retain water in the fibre wall at a level 30 times greater than conventional wood fibres.

The grafting process was developed in the course of a research program undertaken by Drs. Pierre Lepoutre and Sai Hui under direct supervision of Dr. A.A. Robertson. The project is one of 18 at PPRIC which have been funded under the IRAP program since 1965. Over this period \$1,940,000 of IRAP funds have been expended on these projects.

The Pulp and Paper Research Institute is a technical facility whose main purpose is to supplement and complement the technical efforts of individual member firms. In this way it provides its member companies with basic research data and improved technology to help them better their competitive position in world markets. It is supported by both industry and government contributions and is assisted by the cooperation of McGill and other universities.

The industry looks to the Institute for research that no single company could justify carrying out alone, requiring that the Institute have a strong program of fundamental studies and be able to carry out from inception to commercialization, major developments of general interest to the industry. Promising discoveries are developed to the pilot plant stage at PPRIC's Pointe Claire facilities.

In the case of the grafting process, the NRC-PPRIC involvement grew out of a research project which was begun in 1969 by Consolidated Bathurst, then looking for ways to profitably combine plastics and paper with hopes of coming up with stronger, cheaper paper and fibreboard products. An industry recession and a decision to cut back the company research

and development capability led to the dropping of the grafting project in 1971.

The objective of NRC's IRA program is to help the R and D function in Canadian industry to achieve long-term viability and to provide financial assistance to research teams engaged in difficult projects of more than usual significance. Under IRAP prompting, part of the research team was moved to the PPRIC where, in less than a year, the grafting process was developed.

In fibre technology the water absorption per unit weight can be expressed as the sum of the water retained in the fibre wall and the water present in the inter-fibre capillaries. A typical value for the water retained in the fibre wall is of the order of 1 cc/gram. Presently known swelling treatments can only increase this value by 50 to 100 per cent because of the fibres' inherent structural cohesion.

To increase absorbency there has been great reliance on product construction to raise the amount of water held in the interfibre capillaries. However, this water is not strongly held and can readily be squeezed out.

In the course of work at the Institute, it was shown that fibres can be produced that will retain water in the fibre wall at a level as high as 30 cc/gram. This was done through the technique of grafting synthetic polymers to cellulose.

Grafting consists of polymerizing a monomer within and onto the fibre structure in such a way that the polymer chains are covalently bonded to the cellulose molecules.

To produce the highly-absorptive fibres, acrylonitrile was grafted to bleached kraft wood pulp fibres. The resulting polyacrylonitrile graft was subsequently hydrolyzed to form a sodium polyacrylate cellulose copolymer.

The grafting process itself is carried out by slurring pulp along with the monomer and a polymerization initiator at room temperature and times as short as 15 minutes. The grafted pulp is then washed, hydrolyzed with a one to three per cent sodium hydroxide solution at the boiling point and then washed again.

The swollen fibres retain the water so strongly that conventional drying is very long and impractical. A novel drying technique was developed for which patent protection is currently being sought.

The dried fibres are produced in the form of a fluff. It was found that the water absorbency of these grafted pulps, as

The water swelling behaviour of a sheet of treated fibres is illustrated in this photograph. The untreated sheet, dipped in water (left) stays almost unaffected while the treated sheet (right) has absorbed all the water.



Nouvelles de l'ICRPP

Les fibres assoiffées

L'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers (ICRPP) a mis au point un procédé qui permet d'augmenter de beaucoup la quantité d'eau absorbable par les fibres de bois.

Il s'agit de la polymérisation par greffage qui, pense-t-on, pourrait devenir fort importante du fait que le marché des produits absorbants à jeter après usage, comme les couches de bébés, les serviettes hygiéniques et les pansements, se développe rapidement.

Des recherches, commencées dans les laboratoires de la compagnie Consolidated Bathurst Limited puis continuées dans le cadre du Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI) du Conseil national de recherches du Canada par l'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers, ont montré que l'on peut faire des fibres pouvant retenir dans leurs parois trente fois plus d'eau que les fibres de bois habituelles.

La polymérisation par greffage a été développée au cours des recherches faites par le Dr Pierre Lepoutre et le Dr Sai Hui sous la direction du Dr A.A. Robertson. A noter que PARI a permis d'accorder 1 940 000 dollars à 18 projets de l'ICRPP depuis 1965. L'institut est un organisme dont le but principal est d'aider les entreprises industrielles sur le plan technique. Il communique notamment des données fondamentales en matière de recherche et de technologie avancée aux compagnies membres afin qu'elles deviennent plus concurrentielles sur les marchés internationaux. En contre-partie, l'institut bénéficie d'une aide de l'État et de l'industrie; il travaille également en collaboration avec certaines universités dont l'Université McGill.

Les industriels se tournent vers l'institut pour faire des recherches qu'ils ne pourraient faire par leurs propres moyens et pour lesquelles il est nécessaire d'avoir un programme important de recherches fondamentales tout en pouvant aller jusqu'à la réalisation technique précédant la commercialisation et c'est ce que l'on essaie de faire dans les installations de l'institut à Pointe-Claire.

L'institut et le CNRC se sont intéressés à la polymérisation par greffage à la suite de travaux commencés par la Consolidated Bathurst en 1969 lorsque cette compagnie cherchait le moyen de combiner, dans un but lucratif, les plastiques, les fibres et les papiers pour obtenir des produits plus résistants

et meilleur marché. C'est une crise économique qui a conduit la compagnie à décider de couper les fonds réservés à la recherche et au développement et, de ce fait, à abandonner les études sur la polymérisation par greffage en 1971.

L'objectif du programme PARI est d'aider l'industrie canadienne dans le domaine de la recherche et du développement à long terme lorsqu'il faut disposer de ressources financières importantes et soutenir des équipes de chercheurs de pointe. Pour cette raison, une partie de l'équipe de recherche a été rattachée à l'institut et, en moins d'une année, la polymérisation par greffage a été mise au point.

En technologie des fibres, on définit l'absorption en eau par unité de masse comme étant la somme de l'eau retenue par les parois de la fibre et de l'eau présente dans les capillaires formés par les espaces entre les fibres. En général, on considère que la quantité d'eau retenue par les parois est de l'ordre de 1 cc / gramme et les moyens de l'augmenter ne permettent pas de dépasser cette valeur de plus de 50 à 100% en raison de la cohésion structurale de la fibre.

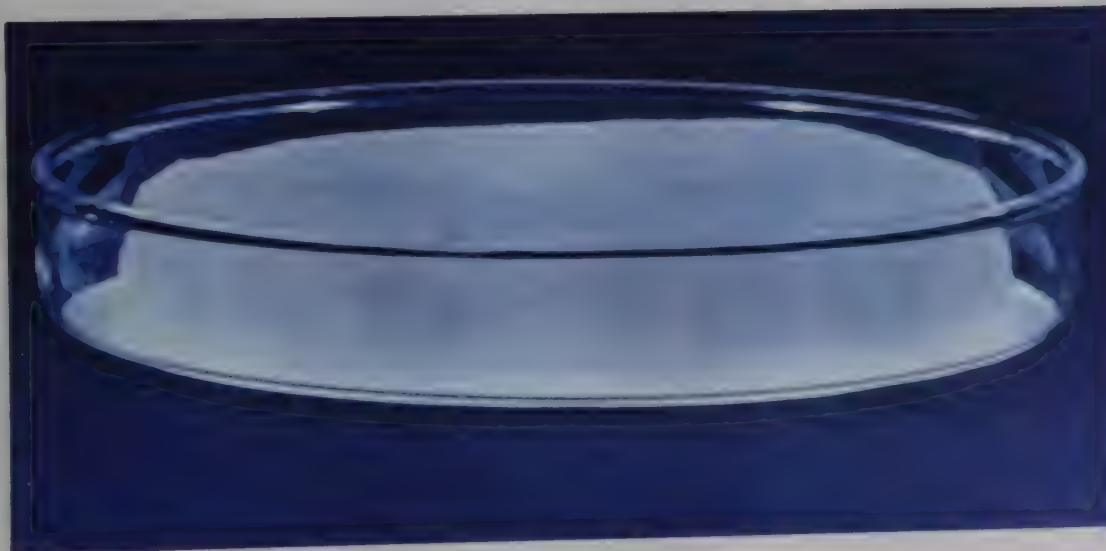
On a donc surtout étudié, jusqu'à ces dernières années, l'assemblage des fibres pour augmenter la quantité d'eau retenue par les capillaires. Cependant, cette eau n'est pas fortement retenue et elle peut être facilement évacuée en exerçant une pression.

A l'institut, on a montré que la technique de polymérisation par greffage sur la cellulose permet de fabriquer des fibres et de les assembler de telle sorte que la quantité d'eau retenue par la paroi peut s'élever à 30 cc / gramme.

La polymérisation par greffage consiste à unir par greffage des monomères, c'est-à-dire des molécules de faible poids moléculaire, à l'intérieur et sur la structure fibreuse de telle manière que les chaînes de polymères soient liées par covalence aux molécules de cellulose.

Pour produire des fibres hautement absorbantes, on a greffé de l'acrylonitrile sur des fibres de pâte de bois décolorée servant à faire du papier d'emballage. Le greffage de polyacrylonitrile obtenu a été ensuite hydrolysé pour former un copolymère de cellulose et de polyacrylate de sodium.

Le greffage lui-même ne se produit que dans des "boues" obtenues en partant de la pâte, du monomère et du produit amorçant la polymérisation qui se fait en 15 minutes environ



Ces deux photographies mettent en relief la différence d'absorption entre une feuille de fibres non traitées (à gauche), qui n'a presque rien absorbé, et une feuille de fibres traitées (à droite) qui a absorbé toute l'eau.

measured by the water retained by the fibre wall, was dependent on the degree of polyacrylonitrile grafting achieved.

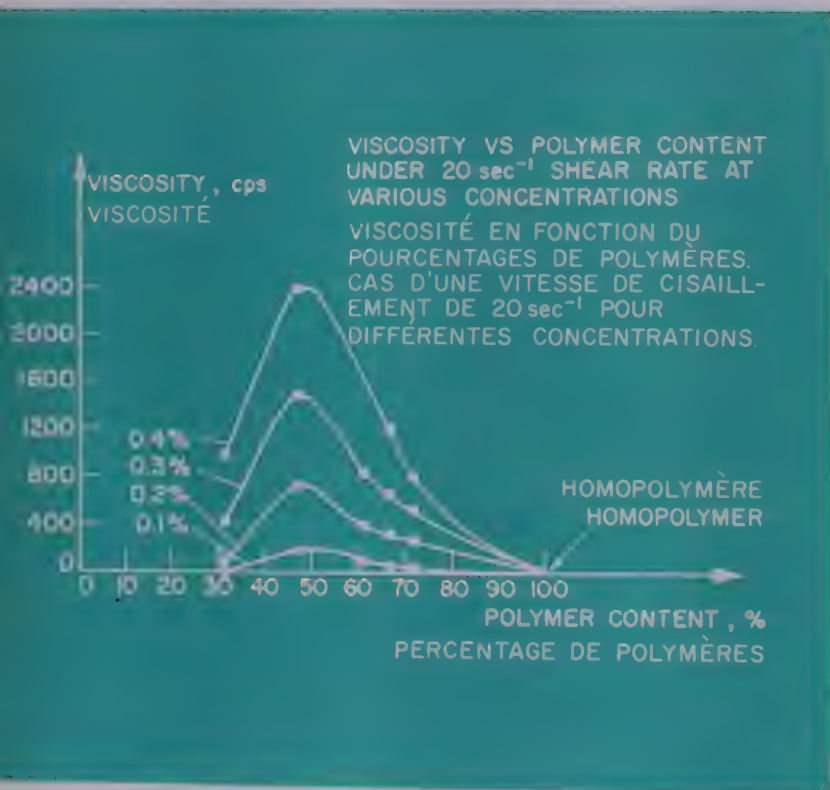
The water retention value of 30 cc/gram was obtained at a graft level of approximately 100 per cent, which represents a combination of equal parts of cellulose and polyacrylonitrile.

The improved swelling properties achieved with these grafted fibres can be explained by considering the grafting to act in two ways. Firstly there is the introduction of a potentially hydrophilic component which is capable of generating swelling pressures. Secondly the interposition of graft polymer chains in the fibre structure has the effect of reducing the cohesion that exists in the natural fibre. Dr. Robertson feels that his researchers have demonstrated the practicability of producing these fibres and the next stage would be to undertake the pilot plant development.

Another aspect of grafting has caught the interest of this research group. They have found that the wet fibres, because

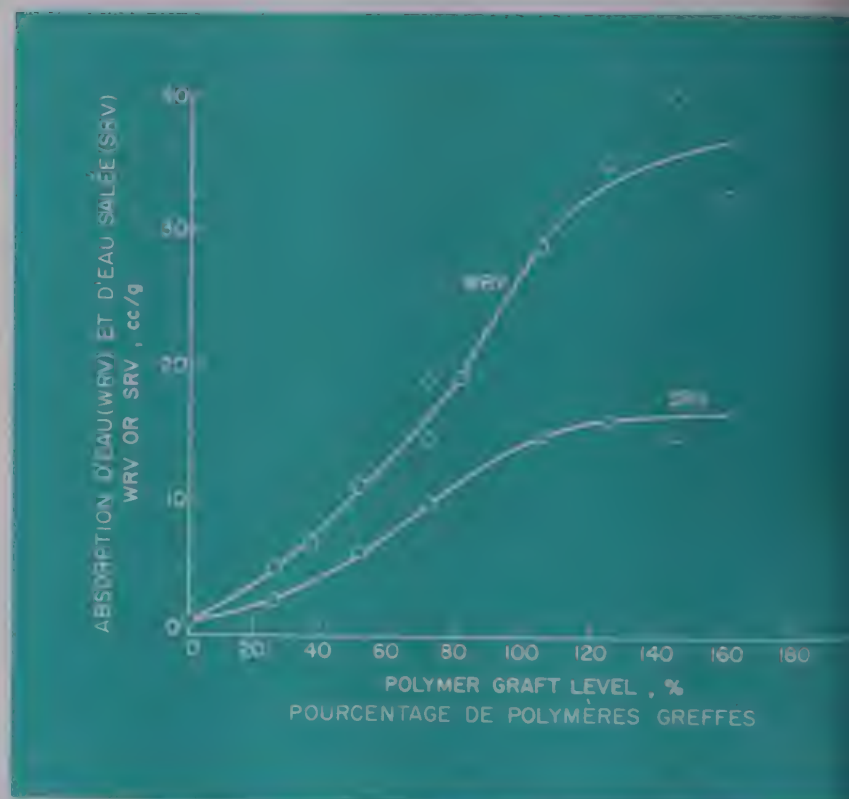
they are so swollen, can be disintegrated if they are subjected to intense shear. A thick colloidal solution is obtained which exhibits a viscosity similar to that of the most effective thickening agents known to date. The viscosity of the colloidal solution was found to be a function of the grafted polymer content. Electron microscope studies have shown that during the shearing process, the protofibrils, elementary constituents of a cellulosic fibre, are dispersed homogeneously and are believed to be the major cause for the observed high viscosities.

These anionic colloidal solutions could find application as thickeners in water-based products, according to Dr. Robertson, who sees uses in fields as diverse as cosmetics and oil well drilling. However, he acknowledges there are drawbacks apparent particularly since the solutions are sensitive to electrolytes and that further work will be required to resolve these problems. □ **Arthur Mantell.**



After being submitted to intense shear, a dilute suspension of the swollen fibres is transformed into a clear gel with a powerful thickening effect. This graph shows the strong dependence of viscosity on grafted polymer content. The viscosity enhancement observed is attributed mainly to the presence of long, rod-like protofibrils, the elementary constituents of a cellulosic fibre.

Les fibres gonflées en suspension diluée sont transformées en gel clair très épaississant si elles sont soumises à un fort cisaillement. Ces courbes montrent que la viscosité dépend beaucoup de la proportion de polymères greffés. Cette augmentation de la viscosité est attribuée principalement à la présence de protofibrilles, en forme de longs bâtonnets, qui sont les éléments constitutifs de la fibre cellulosique.



The water absorption capacity of the grafted fibres is a function of the polymer graft level. It is expressed as a water retention value (WRV) measured after configuration under 900 x gravity. This test measures only the water present in the fibre wall. Equally important in sanitary products is the absorbency of physiological liquids, simulated by one percent aqueous sodium chloride. The anionic polymer is sensitive to salts and the salt retention value (SRV) is always lower than WRV.

L'absorption est fonction du pourcentage de polymères greffés. En ordonnée, on n'exprime que la quantité d'eau retenue par les parois des fibres (WRV), en centimètres cubes par gramme, après centrifugation sous 900 g. L'absorption des liquides physiologiques est aussi importante dans le cas des produits sanitaires; ces liquides sont simulés par une solution de 1% de chlorure de sodium. Le polymère anionique est sensible aux sels et l'absorption de fluide salé (SRV) est toujours plus faible que l'absorption d'eau (WRV).



These photographs, taken at the same magnification, clearly demonstrate the extent to which untreated fibres (left) swell after the graft polymerization treatment (right).

Ces deux photographies, prises au même grossissement, montrent clairement la différence de gonflement entre les fibres non traitées (à gauche) et les fibres après polymérisation greffée (à droite).

à la température ambiante. La pâte greffée est alors lavée, hydrolysée avec une solution de 1 à 3% d'hydroxyde de sodium à la température d'ébullition puis lavée de nouveau.

Les fibres gonflées retiennent l'eau si fortement que le séchage traditionnel s'est révélé peu pratique et fort long. On a mis au point une nouvelle technique de séchage pour laquelle on a fait une demande de brevet.

Les fibres sèches sont produites sous la forme de peluches. On a trouvé que l'absorption pariétale de ces pâtes greffées dépend de la proportion de greffage du polyacrylonitrile.

On a obtenu une absorption de 30cc / gramme pour une proportion de greffage d'environ 100% ce qui représente une quantité égale de cellulose et de polyacrylonitrile.

On peut expliquer ce gonflement en considérant que le greffage agit de deux manières: d'une part, l'introduction d'une composante potentiellement hydrophile peut donner les

pressions de gonflement et, d'autre part, la présence des chaînes de polymères greffés dans la fibre a pour effet de réduire sa cohésion. Le Dr Robertson pense que ses chercheurs ont démontré qu'il est possible de produire ces fibres et que l'on est maintenant arrivé au stade de l'usine pilote.

Maintenant les chercheurs s'intéressent à un autre aspect du greffage. Ils ont en effet trouvé que les fibres mouillées, du fait qu'elles sont si gonflées, peuvent être très subdivisées si elles sont soumises à un fort cisaillement. On obtient alors une solution colloïdale épaisse dont la viscosité est aussi grande que celle de la plupart des meilleurs agents épaississants connus. On a trouvé que la viscosité de la solution est une fonction de la proportion des polymères greffés. Des examens au microscope électronique ont montré que les protofibrilles, c'est-à-dire les éléments constitutifs de la fibre, sont dispersées durant le cisaillement pour donner une répartition homogène qui, pense-t-on, est à l'origine de la forte viscosité observée.

Selon le Dr Robertson, ces solutions colloïdales anioniques pourraient servir à épaissir les produits à base d'eau et trouver des applications dans des domaines aussi variés que la fabrication des fards et les forages des puits de pétrole. Il note toutefois certains désavantages et, plus particulièrement, la sensibilité de ces solutions aux électrolytes ce qui signifie que les recherches doivent être continuées



Acoustics

Insulating houses against aircraft noise — 6:5, pp. 9, 10, 12

Acoustique

Nos maisons et le bruit des avions. 6:5, p. 9, 11, 13

Aerodynamics

Earthly uses for today's wind tunnels — 6:3, pp. 16, 18, 20, 22

Jet lag effects on human performance — 6:5, pp. 19, 20, 22, 24

Diagnosing fractured components, electron fractography — 6:5, pp. 4, 6, 8

Aérodynamique

Nouveaux rôles pour les souffleries. 6:3, p. 17, 19, 21, 23

Le stress chez les pilotes. Les décalages de l'heure et de la date. 6:5, p. 19, 21, 22, 23, 25

La cause de l'accident? Etudions les microfractographies. 6:5, p. 5, 7

Agriculture

Flying Spot Scanner / Analyzer — 6:1, pp. 28, 30

Le pulvérisomètre automatique. 6:1, p. 29, 31

Alex M. Stewart & Son Ltd., trend-setter in hybrid corn production — 6:2, pp. 20, 22

Alex M. Stewart & Son, spécialiste du maïs hybride. 6:2, p. 21, 23

Air Cushion Technology

The air cushion trailer, light-footed giant — 6:3, pp. 4, 6, 8

Analyse (minerais)

L'évaluation neutronique des gisements. 6:6, p. 21, 23

Associate Committees

The science of tribology — 6:1, pp. 16, 18

Flying Spot Scanner / Analyzer — 6:1, pp. 28, 30

Associate Committee on Geodesy and Geophysics — 6:5, pp. 14, 16, 18

Astronomie

Le télescope Canada-France-Hawaii. 6:2, p. 17, 19

La comète de Kohoutek, H_2O^+ détecté. 6:3, p. 25, 27

Astronomy

Canada-France-Hawaii Telescope — 6:2, pp. 16, 18

The Comet Kohoutek, H_2O^+ identified in "Christmas Comet" — 6:3, pp. 24, 26

Astrophysics

The Comet Kohoutek, H_2O^+ identified in "Christmas Comet" — 6:3, pp. 25, 27

Astrophysique

La comète de Kohoutek, H_2O^+ détecté. 6:3, p. 25, 27

Autoxidation

Radical studies initiated, facing the problem of autoxidation — 6:6, pp. 16, 18

Auto-oxydation

Etude des radicaux pour supprimer l'auto-oxydation. 6:6, p. 17, 19

Bâtiment (Recherches en)

De l'aéronautique au génie civil, nouveaux rôles pour les souffleries. 6:3, p. 17, 19, 21, 23

Nos maisons et le bruit des avions. 6:5, p. 9, 11, 13

Bibliothèque scientifique nationale

Voir: L'Institut canadien de l'information scientifique et technique. L'ICIST ouvre ses portes. 6:6, p. 5, 7

Biologie

Un vaccin contre la méningite pour une meilleure défense de l'organisme. 6:2, p. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Modèle mathématique de la cellule. Un programme de la vie. 6:3, p. 29, 31

A la recherche de l'arme absolue contre la blennorragie. 6:4, p. 27, 29, 31

Biology

An effective vaccine against meningitis; arming the body's defence system — 6:2, pp. 4, 5, 6, 8, 10

Computer model of the cell, a program for life — 6:3, pp. 28, 30

Unlocking the secrets of gonorrhea — 6:4, pp. 26, 28, 30

Biologie moléculaire

Modèle mathématique de la cellule. Un programme de la vie. 6:3, p. 29, 31.

Bruit

Nos maisons et le bruit des avions. 6:5, p. 9, 11, 13

Building Research

Buildings, bridges, stacks and towers, earthly uses for today's wind tunnels — 6:3, pp. 16, 18, 20, 22.

Insulating houses against aircraft noise — 6:5, pp. 9, 10, 12

Canada Institute for Scientific and Technical Information

CISTI opens its doors — 6:6, pp. 4, 6

Canadian Patents and Development Limited (CPDL)

CIRCAP, a novel method for measuring angle — 6:1, pp. 10, 12, 14, 15

Semco and NRC, prototype partnership — 6:2, pp. 24, 26

Small, reliable and inexpensive, Pulse Rate Monitor — 6:2, pp. 28, 30.

Cells

Computer model of the cell, a program for life — 6:3, pp. 28, 30

Cellules

Modèle mathématique de la cellule. Un programme de la vie. 6:3, p. 29, 31

Cinétique

Etude des radicaux pour supprimer l'auto-oxydation. 6:6, p. 17, 19

Circap

Splitting seconds with Circap, a novel method for measuring angle — 6:1, pp. 10, 12, 14, 15

Le Circap, le dixième de seconde d'arc. 6:1, p. 11, 12, 13, 15

Colorimétrie

Vers un espace uniforme des couleurs. 6:4, p. 5, 7, 9

Colorimetry

Toward a uniform color space — 6:4, pp. 4, 6, 8

Comités Associés

La tribologie: des millions de dollars d'économie. 6:1, p. 17, 19

Le pulvérisomètre automatique. 6:1, p. 29, 31

Le comité associé de géodésie et de géophysique. 6:5, p. 15, 16, 17

Composés chimiques

Spectroscopie Raman à résonance. De "bonnes vibrations" de composés colorés. 6:6, p. 9, 11

Compounds (Chemical)

Resonance Raman Spectroscopy, "good vibrations" from colored compounds — 6:6, pp. 8, 10

Computers

Computer model of the cell, a program for life — 6:3, pp. 28, 30.

Control Systems

Stress on man the controller, jet lag effects on human performance — 6:5, pp. 19, 20, 22, 24

Cost (Energy)

Energy cost in transportation — 6:1, pp. 4, 6, 8

Coût (énergie)

Le coût de l'énergie dans les transports. 6:1, p. 5, 7, 9

Deepsea Drilling

NRC support to marine geology, earthly secrets from deepsea drilling — 6:6, pp. 12, 14

Détection par rayons gamma

L'évaluation neutronique des gisements. 6:6, p. 21, 23

Electronics

Semco and NRC, prototype partnership — 6:2, pp. 24, 26

Electronique

La Semco et le CNRC, une association heureuse. 6:2, p. 25, 27

Energie

Le coût de l'énergie dans les transports. 6:1, p. 5, 7, 9

$H_2 + O \rightleftharpoons H_2O$, mais comment stocker H_2 ? 6:4, p. 33, 35

L'énergie, les mathématiques et les marées de la baie de Fundy. 6:4, p. 21, 23, 25

Energy

Energy cost in transportation — 6:1, pp. 4, 6, 8

Hydrogen, simplest of gases, new storage system — 6:4, pp. 32, 34

A formulation for power, mathematics of the Fundy Tides — 6:4, pp. 20, 22, 24

Etalons

Nouvelles normes d'opacité. 6:1, p. 25, 27

Vers un espace uniforme des couleurs. 6:4, p. 5, 7, 9

Fibres de bois

Nouvelles de l'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers. Les fibres assoiffées. 6:6, p. 25, 27

Fibres (Wood)

New from the Pulp and Paper Research Institute of Canada, superthirsty fibres — 6:6, pp. 24, 26

Forage des fonds abyssaux

Le CNRC et la géologie sous-marine. 6:6, p. 13, 15

Forestry

Flying Spot Scanner / Analyzer — 6:1, pp. 28, 30

Forêts et génie forestier

Le pulvérisomètre automatique. 6:1, p. 29, 31

Fractography

Diagnosing fractured components, electron fractography — 6:5, pp. 4, 6, 8

Gamma Ray Detection

Mining aid from Scintrex Ltd., scanning ore deposits with neutrons — 6:6, pp. 20, 22

Gases

Hydrogen, simplest of gases, new storage system — 6:4, pp. 32, 34.

Gaz

$H_2 + O \rightleftharpoons H_2O$, mais comment stocker H_2 ? 6:4, p. 33, 35

Génie mécanique

Le coût de l'énergie dans les transports. 6:1, p. 5, 7, 9

La tribologie: des millions de dollars d'économie. 6:1, p. 17, 19

L'aéroglesseur remorqué, géant aux pattes de velours. 6:3, p. 5, 7, 9

$H_2 + O \rightleftharpoons H_2O$, mais comment stocker H_2 ? 6:4, p. 33, 35

Le stress chez les pilotes. Les décalages de l'heure et de la date. 6:5, p. 19, 21, 23, 25

Geodesy and Geophysics

Associate Committee on Geodesy and Geophysics — 6:5, pp. 14, 16, 18

Géodésie et géophysique

Le comité associé de géodésie et de géophysique. 6:5, p. 15, 16, 17

Géologie sous-marine

Le CNRC et la géologie sous-marine. Le forage des fonds abyssaux. 6:6, p. 13, 15

Hydrogen

Hydrogen, simplest of gases, new storage system — 6:4, pp. 32, 34

Hydrogène

$H_2 + O \rightleftharpoons H_2O$, mais comment stocker H_2 ? 6:4, p. 33, 35

Immunologie

Un vaccin contre la méningite. 6:2, p. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

A la recherche de l'arme absolue contre la blennorragie. 6:4, p. 27, 29, 31

Immunology

An effective vaccine against meningitis — 6:2, pp. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

Unlocking the secrets of gonorrhea — 6:4, pp. 26, 28, 30

Industrial Research Assistance Program (IRAP)

Alex M. Stewart & Son Ltd., trend-setter in hybrid corn production — 6:2, pp. 20, 22

Is NRC aiding industry? Ask Electrohome about reverse osmosis — 6:5, pp. 26, 28, 30

Mining aid from Scintrex Ltd., scanning ore deposits with neutrons — 6:6, pp. 20, 22

New from Pulp and Paper Research Institute of Canada, superthirsty fibres — 6:6, pp. 24, 26

Industries (aide à la recherche industrielle)

Voir: Programme d'aide à la recherche industrielle

Industrie (Recherche en collaboration avec l')

La tribologie: des millions de dollars d'économie. 6:1, p. 17, 19

La Semco et le CNRC, une association heureuse. 6:2, p. 25, 27

- Nouveaux rôles pour les souffleries. 6:3, p. 17, 19, 21, 23
 Le CNRC aide une compagnie canadienne. La sonde électrochimique à oxygène. 6:4, p. 11, 13
- Industry (Financial Assistance to)**
 See Industrial Research Assistance Program.
- Industry (Research Assistance to)**
 The science of tribology, million dollar saving to industry — 6:1, pp. 16, 18
 Semco and NRC, prototype partnership — 6:2, pp. 24, 26
 Earthly uses for today's wind tunnels — 6:3, pp. 16, 18, 20, 22
 NRC aids Canadian company, electrochemical oxygen sensor — 6:4, pp. 10, 12
- Institut canadien de l'information scientifique et technique**
 L'ICIST ouvre ses portes. 6:6, p. 5, 7
- Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers**
 Nouvelles de l'ICRPP. Les fibres assoiffées. 6:6, p. 25, 27
- Journals**
 The Canadian Journals of Research — 6:4, pp. 14, 16, 18
- Journaux**
 Les Journaux canadiens de la recherche. 6:4, p. 15, 17, 19
- Kinetics**
 Radical studies initiated, facing the problem of autoxidation — 6:6, pp. 16, 18
- Library, National Science**
 See Canada Institute for Scientific and Technical Information, CISTI opens its doors — 6:6, pp. 4, 6
- Magnetic Levitation**
 Putting commuters up in the air — 6:2, pp. 11, 12, 14
- Marées**
 L'énergie, les mathématiques et les marées de la baie de Fundy. 6:4, p. 21, 23, 25
- Marine Geology**
 NRC support to marine geology, earthly secrets from deep-sea drilling — 6:6, pp. 12, 14
- Mathematics**
 A formulation for power, mathematics of the Fundy Tides — 6:4, pp. 20, 22, 24
- Mathématiques**
 L'énergie, les mathématiques et les marées de la baie de Fundy. 6:4, p. 21, 23, 25
- Mechanical Engineering**
 Energy cost in transportation — 6:1, pp. 4, 6, 8
 Tribology, million dollar saving to industry — 6:1, pp. 16, 18
 The air cushion trailer, light-footed giant — 6:3, pp. 4, 6, 8
 Hydrogen, simplest of gases, new storage system — 6:4, pp. 32, 34
 Jet lag effects on human performance — 6:5, pp. 19, 20, 22, 24
- Medical Engineering**
 Pulse Rate Monitor — 6:2, pp. 28, 30
 Stress on man the controller — 6:5, pp. 19, 20, 22, 24
- Medicine**
 An effective vaccine against meningitis — 6:2, pp. 4, 5
 Unlocking the secrets of gonorrhea — 6:4, pp. 26, 28, 30
- Médecine**
 Un vaccin contre la méningite. 6:2, p. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
 A la recherche de l'arme absolue contre la blennorragie. 6:4, p. 27, 29, 31
- Médecine (Instruments en)**
 Le pulsomètre cardiaque. 6:2, p. 29, 31
- Le stress chez les pilotes. Les décalages de l'heure et de la date. 6:5, p. 19, 21, 22, 23, 25
- Metals**
 Harnessing plasmas for molybdenum extraction — 6:1, pp. 20, 22
- Métaux**
 Les plasmas et le molybdène. 6:1, p. 21, 23
- Métrologie**
 Le Circap, le dixième de seconde d'arc. 6:1, p. 11, 13, 15
- Metrology**
 Splitting seconds with Circap, a novel method for measuring angle — 6:1, pp. 10, 12, 14, 15
- Microfractographie**
 La cause de l'accident? Etudions les microfractographies. 6:5, p. 5, 7
- Microscope électronique à balayage**
 La Semco et le CNRC, une association heureuse. 6:2, p. 25, 27
- Mines (techniques)**
 L'évaluation neutronique des gisements. 6:6, p. 21, 23
- Mining Technology**
 Mining aid from Scintrex Ltd., scanning ore deposits with neutrons — 6:6, pp. 20, 22
- Molecular Biology**
 Computer model of the cell, a program for life — 6:3, pp. 28, 30
- Molybdène**
 Les plasmas et le molybdène. 6:1, p. 21, 23
- Molybdenum**
 Harnessing plasmas for molybdenum extraction — 6:1, pp. 20, 22
- Noise**
 Insulating houses against aircraft noise — 6:5, pp. 9, 10, 12
- Océanographie**
 Le CNRC et la géologie sous-marine. Le forage des fonds abyssaux. 6:6, pp. 13, 15
- Oceanography**
 NRC support to marine geology, earthly secrets from deep-sea drilling — 6:6, pp. 12, 14
- Ordinateurs**
 Modèle mathématique de la cellule. Un programme de la vie. 6:3, p. 29, 31
- Ore Analysis**
 Mining aid from Scintrex Ltd., scanning ore deposits with neutrons — 6:6, pp. 20, 22
- Opacité**
 Nouvelles normes d'opacité. 6:1, p. 25, 27
- Opacity**
 New opacity standards — 6:1, pp. 24, 26
- Osmose Inverse**
 Le CNRC épaula-t-il l'industrie? Voir l'osmose inverse chez Electrohome. 6:5, p. 27, 29, 31
- Oxidation**
 Radical studies initiated, facing the problem of autoxidation — 6:6, pp. 16, 18
- Oxygen probe**
 NRC aids Canadian company, electrochemical oxygen sensor — 6:4, pp. 10, 12
- Oxydation**
 Etude des radicaux pour supprimer l'auto-oxydation. 6:6, p. 17, 19

Photogrammétrie

Les métamorphoses de la photogrammétrie. 6:3, p. 11, 13, 15

Photogrammetry

The changing face of photogrammetry — 6:3, pp. 10, 12, 14

Plasmas

Harnessing plasmas for molybdenum extraction — 6:1, pp. 20, 22

Les plasmas et le molybdène. 6:1, p. 21, 23

Programme d'aide à la recherche industrielle (PARI)

Alex M. Stewart and Son, spécialiste du maïs hybride. 6:2, p. 21, 23

Le CNRC épaula-t-il l'industrie? Voir l'osmose inverse chez Electrohome. 6:5, p. 27, 29, 31

Scintrex Limited aide l'industrie minière. 6:6, p. 21, 23

Nouvelles de l'Institut canadien de recherche sur les pâtes et papiers. Les fibres assoiffées. 6:6, p. 25, 27

Publications

The Canadian Journals of Research — 6:4, pp. 14, 16, 18

Les Journaux canadiens de la recherche. 6:4, p. 15, 17, 19

Pulp and Paper Research Institute of Canada

New from PPRIC, superthirsty fibres — 6:6, pp. 24, 26

Reverse Osmosis

Is NRC aiding industry? Ask Electrohome about reverse osmosis — 6:5, pp. 26, 28, 30

Scanning Electron Microscopes

Semco and NRC, prototype partnership — 6:2, pp. 24, 26

Service de renseignements techniques

Voir: l'Institut canadien de l'information scientifique et technique. L'ICIST ouvre ses portes. 6:6, p. 5, 7

Société canadienne des brevets et d'exploitation limitée

Le Circap, le dixième de seconde d'arc. 6:1, p. 11, 12, 13, 15

La Semco et le CNRC, une association heureuse. 6:2, p. 25, 27

Petit, fiable et peu coûteux, le pulsomètre cardiaque. 6:2, p. 29, 31

Sonde à oxygène

Le CNRC aide une compagnie canadienne. La sonde électrochimique à oxygène. 6:4, p. 11, 13

Souffleries

Nouveaux rôles pour les souffleries. 6:3, p. 17, 19, 21, 23

Spectroscopie

Spectroscopie Raman à résonance. De "bonnes vibrations" de composés colorés. 6:6, p. 9, 11

Spectroscopy

Resonance Raman spectroscopy, "good vibrations" from colored compounds — 6:6, pp. 8, 10

Standards

New opacity standards — 6:1, pp. 24, 26

Toward a uniform color space — 6:4, pp. 4, 6, 8

Suspension magnétique

La suspension magnétique pour les banlieusards. 6:2, p. 11, 13, 15

Systèmes de commande

Le stress chez les pilotes. Les décalages de l'heure et de la date. 6:5, p. 19, 21, 22, 23, 25

Technical Information Service

See Canada Institute for Scientific and Technical Information, CISTI opens its doors — 6:6, pp. 4, 6

Technique des coussins d'air

L'aéroglesseur remorqué, géant aux pattes de velours. 6:3, p. 5, 7, 9

Telescope

Canada-France-Hawaii Telescope — 6:2, pp. 16, 18

Télescope

Le télescope Canada-France-Hawaii. 6:2, p. 17, 19

Tides

A formulation for power, mathematics of the Fundy Tides — 6:4, pp. 20, 22, 24

Transportation

Energy cost in transportation — 6:1, pp. 4, 6, 8

Putting commuters up in the air, MAGLEV — 6:2, pp. 11, 12, 14

The air cushion trailer, light-footed giant — 6:3, pp. 4, 6, 8

Earthly uses for today's wind tunnels — 6:3, pp. 16, 18, 20, 22

Jet lag effects on human performance — 6:5, pp. 19, 20, 22, 24

Transports

Le coût de l'énergie dans les transports. 6:1, p. 5, 7, 9

La suspension magnétique. 6:2, p. 11, 13, 15

L'aéroglesseur remorqué, géant aux pattes de velours. 6:3, p. 5, 7, 9

Nouveaux rôles pour les souffleries. 6:3, p. 17, 19, 21, 23

Le stress chez les pilotes. Les décalages de l'heure et de la date. 6:5, p. 19, 21, 23, 25

Tribologie

La tribologie: des millions de dollars d'économie. 6:1, p. 17, 19

Tribology

Tribology, million dollar saving to industry — 6:1, pp. 16, 18

Universités (aide à la recherche universitaire)

Le CNRC aide McGill. Les plasmas et le molybdène. 6:1, p. 21, 23

La suspension magnétique pour les banlieusards. 6:2, p. 11, 13, 15

Modèle mathématique de la cellule. Un programme de la vie. 6:3, p. 29, 31

L'énergie, les mathématiques et les marées de la baie de Fundy. 6:4, p. 21, 23, 25

Le CNRC aide une compagnie canadienne. La sonde électrochimique à oxygène. 6:4, p. 11, 13

Le CNRC et la géologie sous-marine. Le forage des fonds abyssaux. 6:6, p. 13, 15

Universities (Financial Assistance to)

NRC assists McGill, harnessing plasmas for molybdenum extraction — 6:1, pp. 20, 22

Magnetic levitation, putting commuters up in the air — 6:2, pp. 11, 12, 14

Computer model of the cell, a program for life — 6:3, pp. 28, 30

A formulation for power, mathematics of the Fundy Tides — 6:4, pp. 20, 22, 24

NRC aids Canadian company, electrochemical oxygen sensor — 6:4, pp. 10, 12

NRC support to marine geology, earthly secrets from deepsea drilling — 6:6, pp. 12, 14

Wind Tunnels

Earthly uses for today's wind tunnels — 6:3, pp. 16, 18, 20, 22

Cover: Night view of the new building housing the Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI). Story page 4. This photograph by Hans Blohm of Ottawa won first prize in the Architecture Category at the Professional Photographers of Canada Print Show.

Notre couverture: Le nouvel édifice occupé par l'Institut canadien de l'Information scientifique et technique (ICIST); article page 5. Cette photographie de Hans Blohm, d'Ottawa, lui a valu le premier prix, dans la catégorie architecture, lors de l'exposition des photographes professionnels du Canada.



The Honorable C.M. Drury (second from left), Minister designated for NRC, at the opening of the Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI). "The government is happy to deliver these much needed facilities to enable the Institute to provide services to the nation," said Mr. Drury in the course of the inaugural ceremony. "Science is no longer a cloistered field. Scientific and technical information services contribute to higher education, research and development, innovative and industrial activities, and the activities of government, so there is an infinite horizon to which we can extend information services." Left to right: Mr. Gérard Kirouac, Chief of the Technical Information Service of CISTI; Mr. Drury; Dr. J.E. Brown, Director of CISTI, and Dr. W.G. Schneider, President of NRC.

De gauche à droite: M. Gérard Kirouac, Chef du Service d'information technique de l'ICIST; M. Drury, Ministre désigné pour le CNRC; le Dr J.E. Brown, Directeur de l'ICIST et le Dr W.G. Schneider, Président du CNRC, à l'inauguration de l'Institut canadien de l'information scientifique et technique (ICIST). "Le gouvernement est heureux de livrer ces installations essentielles pour permettre à l'Institut de fournir ses services à la nation... Les sciences ne sont plus des domaines fermés. Les services d'information scientifique et technique contribuent à l'éducation supérieure, à la recherche et au développement, aux activités novatrices, industrielles et gouvernementales de sorte que l'horizon auquel on peut étendre les services d'information est infini", a dit M. Drury.

